Ledum palustre L.

Monographie einer alten Heilpflanze

(Eine botanisch-chemisch-pharmazeutische Bearbeitung)

DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Hansischen Universität zu Hamburg

vorgelegt von

PAUL GREVE
aus Hamburg

Hamburg 1938

Diss. Hamburg
1938.

*47065

Genehmigt von der
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Hansischen Universität zu Hamburg
auf Antrag von Prof. Dr. G. Bredemann.

Hamburg, den 25. Juni 1938.

Professor Dr. Klatt, Dekan.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Druck: A. Preilipper, Hamburg 11, Admiralitätstraße 16. Fernruf: 36 50 89.

MEINEN ELTERN

GLIEDERUNG.

Einleitung 7

Botanischer Teil

Systematik, Heimat und Vorkommen 9
Literaturübersicht 12
Morphologie 13
Anatomie 21
Haare S. 21 — Keimpflanze S. 25 — Wurzel S. 26 — Stengel (Sproß) S. 27
Unterirdischer Sproßteil S. 30 — Laubblatt S. 31 — Blattschuppen S. 32 —
Blüten- und Fruchtstand S. 34
Keimversuch 41
Anbauversuch 43
Etymologie und Synonyma 43

Chemischer Teil

Literaturübersicht 47
Wassergehaltsbestimmung 47
Aschenanalyse 49
Gerbstoff 51
Bitterstoff 57
Ätherisches Öl 57
Isolierung und Spaltung der Glykoside 60
Prüfung auf Alkaloide 64
Organische Säuren 65
Extraktionen von verschiedenen Drogenformen 65
Isolierung eines Wachses 68
eines Flavons 69
zweier Harze 71

Pharmazeutischer Teil

Geschichte der Droge 72
Pharmakologie der Droge und ihrer Wirkstoffe 75
Selbstversuch 80
Galenik, eigene Präparate und ihre Untersuchung 83
Technische Anwendung 88
Pharmakognostische Beschreibung 89
Rezeptanhang 93

Zusammenfassung 96

Verzeichnis der Abbildungen 99

Abbildungen 103

Schriftenverzeichnis 115

EINLEITUNG.

Während in den letzten Jahrzehnten in der Medizin die aus den Heilpflanzen isolierten Bestandteile bevorzugt waren, treten heute immer mehr Bestrebungen in den Vordergrund, wieder die ganze Droge zu verwenden. Dieses ist darauf zurückzuführen, daß man die Wirkung einer Droge nicht mehr allein von einem in ihr vorhandenen Wirkstoff abhängig macht, sondern daß man auch den Ballaststoffen heute eine mehr oder weniger wichtige therapeutische Wirkung zuschreibt.

Hierfür ist es nun nötig, eine genaue Kenntnis der Heilkräuter zu besitzen. Da diese aber meistens noch fehlt, bedarf es vor allem einer gründlichen Bearbeitung jeder einzelnen Arzneipflanze.

Deshalb wurde auf Anregung von Fräulein Dozentin Dr. Ilse Esdorn eine umfassende Bearbeitung des Sumpfporstes in botanischer, chemischer und pharmazeutischer Richtung vorgenommen.

Bestimmend für die Wahl dieser Pflanze war, daß Ledum palustre L. bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts in Deutschland medizinisch eine hohe Bedeutung innehatte, während er in Osteuropa und Skandinavien noch heute ein sehr verbreitetes Arzneimittel ist. Daneben ist der Umstand mitbestimmend gewesen, daß der ganze pharmazeutische Bedarf aus den reichen Beständen Ostdeutschlands gedeckt werden kann.

Verbreitungsgebiet von Ledum pal. L.
in
Deutschland

BOTANISCHER TEIL.

Systematik.

In der Botanik taucht der Sumpfporst zuerst bei Clusius (Mitte des 16. Jahrhunderts) unter der Bezeichnung Ledum silesiacum auf. Um dieselbe Zeit nennt der Deutsche Tabernaemontanus ihn Ledum rosmarinifolius. Gegen Ende des 16. Jahrhunderts nennt Caspar Bauhin ihn Cistus ledonfoliis rosmarini ferugineis, während der Zeitgenosse von C. Clusius und C. Bauhin, Dodonaeus, ihn erstmalig als Rosmarinus sylvestris bezeichnet. Diese Bezeichnung führt auch der Italiener Pietro A. Matthioli (Abb. 1) ein. Während Lobelius, auch ein Zeitgenosse, ihn Ledum foliis rorismarini alter nennt. Johannes Bauhin, der Sohn des Schweizers Caspar Bauhin (Anfang des 17. Jahrhunderts), nennt ihn Rosmarinus sylvestris quorundam. Bei seinem Zeitgenossen Camerius, einem Deutschen, heißt der Porst Rosmarinus sylvestris minor.

Rajus (Mitte des 17. Jahrhunderts) zählt ihn zu den „fünf Blumenkronblätter, gefäßtragenden Pflanzen" (inter plantas pentapetalas vasculiferas). Gegen Ende des 17. Jahrhunderts reiht ihn Tournefortius unter die „Rosenblütigen Gewächse" (inter herbas Flore rosacea). Anfang des 18. Jahrhunderts stellt Boerhavius den Porst unter die „Vielbedecktsamigen" (inter plantas polyangias polyspermas). Ruppius 1718 stellt in seiner Flora Jenensis den Sumpfporst in die Klasse V seines Systems. Als Ledum rosmarinifolio Tabern. steht er hier neben Cistus rotundifolius flore roseo in der Unterklasse III. Linné reiht ihn erstmalig als Ledum pal. in die 10. Klasse seines Systems ein. Unter diesem Namen steht der Sumpfporst mit einer schönen lithographischen Abbildung in der Medizinalpflanzensammlung des Nees v. Esenbeck 1823.

Der Zeitgenosse Linnés, Jussieu, gibt Ledum einen Platz in der Klasse 9 Ord. 2 in der Familie der Rhododendrongewächse.

Heute stellt man die Gattung Ledum in die Familie der Ericaceae und zwar zur Unterfamilie der Rhododendroideae.

Die Gattung Ledum umfaßt folgende Arten:

Ledum palustre L.
„ groenlandicum Oeder (L. latifolium Ait.)
„ pacificum Small
„ decumbens (Ait.) Lodd.
„ glandulosum Nutt.
„ columbianum Piper.

Dabei wird allerdings das als selbständige Art aufgeführte Ledum decumbens (Ait.) Lodd. von einer Reihe jüngerer Autoren (Grevillius und Kirchner 1923, Steffen 1924, Hegi 1926) als Subspecies von Ledum pal. L. aufgefaßt. So schreibt Steffen 1924:

„Ledum pal. L. — Arktis: Westgrönland häufig. Hat in der amerikanischen Arktis oder Subarktis die Schwesterart L. groenlandicum Oed. (L. latifolium Ait.) abgespalten und besiedelt fast in der ganzen Arktis in der Varietät decumbens Ait. mit Vorliebe Zwergstrauchheide und Tundra, während der Typus (z. B. in Grönland) nur auf Moor vorzukommen scheint. Aus der Literatur ist nicht festzustellen, ob alle arktischen Vorkommnisse außerhalb Grönlands sich auf var. decumbens beziehen. In der Regel ist dies der Fall. Demnach scheint var. decumbens eine unter den arktischen Verhältnissen entstandene Neubildung zu sein."

Heimat und Vorkommen.

Eine sehr schöne Angabe über Heimat und Vorkommen von Ledum pal. L. findet sich bereits bei Westring 1775.

„At Sphagnum Ledo videtur amicissimum, ut sese amplectentia una frui viedeantur nutrice. Ledo confinia sunt: Empetrum nigrum, Eriophorum, Arbutus Uva ursi, Pyrolae etc. Extra fines Sueciae sylvaticas haec planta in regionibus exoticis, in primis borealibus, paucis obvia est. In Sibiria ubique nascitur, usque ad Camtschatcam. Multis in Germaniae regionibus occurrit, ut in Saxonia, Lusatia, Thuringia, Bohemia et Silesia: nec Danis invisa et Norwegiae Loca uliginosa ornare quoque non recusat."

Diese alten Beobachtungen decken sich noch fast völlig mit dem heutigen Stand der pflanzengeographischen Forschung über Ledum pal. So ist nach Hultén 1937 die Heimat von Ledum palustre Ostsibirien und das Stromgebiet des Amur. Von hier hat sich Ledum pal. „radiant" ausgebreitet. Heute erstreckt sich Led. pal. über das nördliche Europa und Asien. Als Bewohner des nordischen Florengebietes (Walter 1927) reicht Led. pal. etwa vom 10. bis 180. Längengrad und vom 70. bis 50. nördlichen Breitengrad. Seine Verbreitung erstreckt sich also (nach Hultén 1937) über Kamtschatka (nach Steffen 1938 wurde Led. pal. auch in Alaska festgestellt), Sibirien, Mandschurei, Mongolei bis zum Altaigebirge, weiter nach Westen bis an den Baikalsee, durch die Kirgisensteppe bis an den Aralsee, Nord- und Mittelrußland bis an den Don und weiter über Finnland, Skandinavien und Mitteleuropa. In Europa fehlt Led. pal. auf Jütland, den britischen Inseln und in ganz West- und Südeuropa. In Deutschland reicht Led. pal. ungefähr bis ins Urstromtal der Elbe (Karte). Alle weiteren im Westen und Süden Deutschlands angegebenen Fundorte gehören der Vergangenheit an oder beruhen auf einer Namensverwechslung mit Myrica gale.

1867 fand Timm* im Borsteler Moor (Hamburg) noch ein Exemplar von Led. pal., das nicht geblüht hatte und 1870 schon verschwunden war. A. Christiansen gibt Anfang des 20. Jahrhunderts noch Standorte bei Friedrichsruh, Trittau und Oldesloe an (etwa 25 km von Hamburg). Die heutige Grenze ist nach Osten und Südosten auf etwa 65 km von Hamburg abgerückt.

Selbst untersucht wurde das nordwestlichste Vorkommen von Led. pal. (in Südholstein und Lauenburg). Hier wächst der Porst in den noch bestehenden Hoch- und Übergangsmooren bei Segeberg und Mölln. Weiter südlich verläuft die Grenze nach mündlichen Mitteilungen von Röper und Elmendorff

* Mündliche Angabe von Röper, Hamburg.

(Hamburg) entlang der Elbe und überschreitet diese westlich in der Altmark bei Gardelegen (Grevillius und Kirchner 1923). Bei Burg weicht L. p. ostwärts über die Elbe zurück und erreicht sie wieder bei Zerbst. Hier verläßt L. p. die Elbe und folgt der Mulde ein Stück nach Süden und biegt dann ostwärts über die Elbe zurück zur alten Reichsgrenze hin nach Böhmen hinein. In Südböhmen befinden sich nach Rudolph 1928 sehr große Sumpfporstbestände.

In Ostpreußen und Schlesien ist der Porst oft ein schädliches Waldunkraut, da er kilometerweit die sumpfigen Kiefernbrüche als dichtes Unterholz überzieht (Wenske, Elmendorff 1938).

Ledum palustre ist eine Pflanze der Hoch- und Übergangsmoore.

Nach Firbas 1926/27 gilt sie sogar mit Pinus silvestris, Betula pubescens, Vaccinium uliginosum, Vacc. oxycoccus, Andromeda polyfolia, Eriophorum vaginatum, Carex panicea, Carex echinata, Carex filiformis, Potentilla erecta, Drosera rotundifolia, Sphagnum sp., Polytrichum sp. als Leitpflanze der Übergangsmoore in Böhmen. Für die trockneren Stellen solcher Moore gibt Firbas noch folgende Pflanzen an: Calluna vulgaris, Nardus stricta, Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis idaea, Cladina rangiferina, Cladina silvatica u. a. Nach Rudolph 1928 kommt L. p. allerdings nur in solchen Mooren in Böhmen vor, die bis 500 m über dem Meeresspiegel liegen. In höher gelegenen Mooren tritt statt des Sumpfporstes nur noch Vaccinium uliginosum auf. Die übrige Moorflora bleibt sonst unverändert.

Nach Rudolph bildet die Vegetation des Moores von der Peripherie zum Zentrum drei Gürtel, die mehr oder weniger deutlich ausgebildet sind. Im Randgürtel, dem „Vaccinietum", dominiert die Pinus nucinata—Vitas idaea—Hyloconium Association. Nach innen zu verschwindet Vitis idaea, und Myrtillus wird zunächst häufiger. Daneben erscheinen immer reichlicher Vaccinium uliginosum und Ledum palustre; auch wird die Moosdecke immer geschlossener. Im zweiten Gürtel, dem „Ledetum", herrscht in der „Feldschichte" L. p. vor, das stellenweise durch Vacc. uliginosum ersetzt ist. In der „Bodenschichte" ist Sphagnum medium vorherrschend. Im dritten Gürtel, dem Zentrum, dem „Eriophoreto-Sphagnetum" fehlt Led. pal. dann wieder.

Die Beobachtungen von Rudolph 1928 konnten bei den hiesigen untersuchten Mooren in Holstein und Lauenburg bestätigt werden, nämlich darin, daß der Sumpfporst nicht die zu nassen Stellen des Moores bevorzugt. So war der Sumpfporstbestand im Salemer Moor (Lauenburg, Salem) nur niedrig, auch zeigte er wenig Blütenknospen, obwohl er in dichten Beständen vertreten war. Jeder Strauch wurzelte unter einem Sphagnum-Bulken, der rings von Wasser umgeben war. Die einzelnen Büsche standen somit fast direkt im Wasser. Vaccinium uliginosum fehlte ganz.

Die besten Bestände besitzt in Lauenburg das Königsmoor bei Schmielau (Mölln). Die Porststräucher bilden hier mit Vaccinium uliginosum einen breiten und dichten Ledumgürtel. Der Grundwasserspiegel liegt hier bedeutend tiefer (etwa 40 bis 60 cm) als im Salemer Moor. Die Büsche stehen somit nur im ebenen Sphagnum und nicht direkt im Wasser. Am Salemer See bei Salem dagegen ist durch die künstliche Senkung des Grundwasserspiegels der Porstbestand auf den Verlandungsstellen des Sees im Aussterben. Es wurden nach eigenen Beobachtungen nur noch fünf Sträucher als Reste der früheren großen Bestände festgestellt. Diese fünf Büsche trugen auch keine Blütenknospen mehr, waren vollkommen von der Flechte Parmelia physodes überzogen und besaßen auch nur ein dürftiges Laubkleid. Ebenfalls ist der Porstbestand im „Heidmoor" (bei Berlin, Ahrensbök, Holstein) durch letztjährige Urbarmachung stark zurückgegangen und bedeckt nur noch etwa 15 ha.

Der Sumpfporst steht in Deutschland unter Naturschutz.

Die „Verordnung zum Schutz der wildwachsenden Pflanzen und der nicht jagdbaren, wildlebenden Tiere (Naturschutzverordnung) vom 18. III. 1936“ (auf Grund des Reichsnaturschutzgesetzes vom 26. VI. 1935 und des § 16 der Durchführungsverordnung vom 31. X. 1935 verordnet) verordnet unter Abschnitt § 9 Abs. 2: Die folgenden Arten dürfen zum Sammeln für den Handel oder für gewerbliche Zwecke nicht freigegeben werden: unter anderem als Nr. 19 Sumpfporst, Mottenkraut, Ledum pal. L.. „Im Ausnahmefall kann das Sammeln ... von Pflanzen unter Nr.... 19... genannten Arten in Gegenden, wo sie häufiger vorkommen, von den höheren Naturschutzbehörden zeitweilig freigegeben werden. Für das Anbieten oder Befördern angebauter Pflanzen der in Abs. 2 genannten Arten gelten die Vorschriften des § 7 (Erlaubnis der Ortspolizeibehörde).“

Literaturübersicht.

In einer zusammenhängenden Arbeit ist Ledum palustre erstmalig von Westring 1775 beschrieben worden. Er bringt systematische und floristische Angaben und eine kurze morphologische Beschreibung. Eine längere zusammenhängende Arbeit über Ledum pal. fehlte dann bis Grevillius und Kirchner 1923.

Bis 1923 ist Ledum pal. fast nur in den Lehrbüchern der Botanik und großen Floren aufgeführt, wie z. B. von Hayne 1813 und Weyhe 1828, der eine besonders schöne Abbildung bringt, ferner von Thomé 1899, Hempel und Wilhelm, Hallier, Hegi, und dem Charakter dieser Werke entsprechend nur kurz bearbeitet. Diese Werke gehen hauptsächlich auf die Einordnung von Ledum pal. in das System ein und geben vorwiegend eine kurze morphologische Beschreibung des Sumpfporstes.

Esser 1910 bringt eine ausführliche morphologische Beschreibung vom Bau der fertigen Blüte und des Fruchtknotens mit Zeichnungen.

Anatomisch ist Ledum pal. niemals zusammenhängend bearbeitet worden. Es liegen hier nur verschiedene Arbeiten über einzelne Pflanzenteile vor; so von de Bary 1877 und von Vogl 1892 (S. 612) über die Behaarung von Ledum pal. Brandt und Wasicky 1931 bringen ein Querschnittsbild durch das Blatt mit einigen Haaren. Eine längere Arbeit über die Anatomie des Blattes und der Haare liefert Braun 1933. Solereder 1899 bearbeitet außer den Haaren auch die Gefäße von Ledum pal. Eine Querschnittszeichnung von Blatt und Sproß bringt Warming 1912. Eine ausführliche anatomische Beschreibung der Entwicklungsstadien der Geschlechtszellen findet sich bei Samuelsson 1913. Dieser hat auch mehrere Zeichnungen angefertigt. Über die Mykorrhiza von Ledum pal. hat Freisleben 1934/35 gearbeitet.

Erst Grevillius und Kirchner 1923 bringen, wie schon erwähnt, eine ausführlichere Beschreibung und zwar über das Vorkommen, die Morphologie und die Anatomie von Ledum pal. mit zahlreichen Abbildungen.

Diese Arbeit konnte zum großen Teil bestätigt werden. Sie wurde wesentlich erweitert, indem der Verfasser bei den einzelnen Organen erstmalig auf die Entwicklungsstadien einging. Ferner wurden viele bisherige Ergebnisse berichtigt, wie z. B. die Keimung, der Sproßbau und die Behaarung der Blüte.

Somit ergibt sich jetzt für Ledum pal. morphologisch und anatomisch folgendes Bild.

Morphologie.

Der Sumpfporst ist ein ausdauernder, weitläufig verästelter, immergrüner Strauch (Abb. 2), der jährlich blüht. Er erreicht mit seinen aufrechten, abstehenden Zweigen eine Höhe bis zu 1,5 m. Der holzige Stamm teilt sich am Grunde in mehrere Äste. Außer der gewöhnlichen Strauchform kommt aber auch ein Bäumchentyp vor; so wurden im Königsmoor bei Schmielau (Mölln) einige wenige Bäumchen von ca. 40 bis 80 cm Höhe beobachtet.

Die Entwicklung des Sumpfporstes verläuft im einzelnen folgendermaßen:

Die selbstaufgezogene Keimpflanze besitzt folgendes Aussehen (Abb. 4 und 13). Die Keimpflanze hat beim Austritt aus dem Samen zwei (sehr selten drei) Kotyledonen. Diese sind grün und sitzen ungestielt am Sproß. Etwa neun Wochen nach der Aussaat bilden sich die ersten Primärblätter, die dann in dekussierter Stellung stehen.

Im Frühstadium sind die Keimblätter rundlich eiförmig. Sie werden beim Ausbilden der Primärblätter spitz-länglich eiförmig. Die Länge eines Keimblattes beträgt bis zu 1,2 mm und die Breite bis zu 0,5 mm. Sie haben einen stark ausgeprägten Mittelnerv, der erhaben auf der Unterseite liegt, Seitennerven sind nicht ausgebildet. Im Frühstadium zeigen die Keimblätter noch keine Behaarung. Bei der Längsstreckung der Basis der Kotyledonen beginnt die Behaarung an ihrer Blattbasis auf der Unterseite und bleibt nur auf die Unterseite beschränkt. Nach etwa drei Monaten verschwinden die Haare wieder.

Die Primärblätter sind auch noch gegenständig. Im Frühstadium sind sie beiderseits behaart und haben schon deutliche Sekundärnerven. Ihre Form unterscheidet sich nicht von der der ausgewachsenen Keimblätter. Die Länge eines Primärblattes beträgt bis 4 mm und die Breite bis 2,1 mm.

Die Sekundärblätter, die ebenfalls beiderseits behaart sind, sind ungefähr anderthalbmal so groß wie die Primärblätter und schon wechselständig angeordnet. Sie zeigen oft erstmalig eine schwache Einrollung des Blattrandes. Sie haben bereits ein vollständig ausgebildetes Nervensystem. In ihren Blattachseln sind schon im Herbst Knospenanlagen für eine spätere seitliche Verzweigung angelegt.

Die Wurzel verzweigt sich kurz unter dem Hypokotyl, und zwar wächst entweder die Hauptwurzel weiter und bildet unter dem Hypokotyl eine Nebenwurzel aus, oder die Nebenwurzel wächst weiter und die Hauptwurzel verkümmert. Dadurch entsteht dann oft eine Art Höcker unter dem Hypokotyl der Jungpflanze. Die Haupt- und Nebenwurzeln sind dicht mit kleinen Seitenwurzeln besetzt.

Die Weiterentwicklung der jungen Pflanze verläuft nach Grevillius und Kirchner (1923) so, daß erst im zweiten Jahr die lineallanzettlichen, unten braun-filzigen Folgeblätter ausgebildet werden.

„Die Sproß-Spitze ist während der ersten Überwinterungen durch die stark wollhaarigen, knospenartig zusammenschließenden Laubblattanlagen geschützt. Später werden typische Knospenschuppen entwickelt. Die Blütenbildung scheint erst nach mehreren Jahren einzutreten."

Bei den eigenen Untersuchungen wurde weniger eine Vermehrung des Sumpfporstes aus Samen (Abb. 4) festgestellt als eine Vermehrung auf vegetativem Wege (Abb. 3).

Bereits im November wurden grüne Sprosse mit Jungblättern beobachtet, die noch im Sphagnum gebettet liegen und als Frischtriebe von unterirdischen Ausläufern festgestellt wurden. (Einzelheiten werden später bei der Wurzel behandelt.) Die Stengel der Jungsprosse sind schwach behaart, ihre Blätter hellgrün, nicht eingerollt und auffälligerweise beiderseits schwach behaart.

Ebenso wie durch die Ausläufer der Wurzeln im Umkreis um die Pflanze scheinbar untereinander unabhängige Individuen entstehen, bilden sich auch vom oberirdischen Sproß Tochterpflanzen folgendermaßen: Die unteren Äste wachsen (zuerst) plagiotrop vom Stamm fort und richten sich erst nach einiger Entfernung vom Stamm negativ geotrop auf. Im Laufe der Zeit werden diese waagerechten Aststücke von der Sphagnumdecke überwuchert und treiben dann Wurzeln aus. Das aufrechte Sproßende erscheint dadurch, daß sein Verbindungsstück zum Stamm nunmehr unter der Moosdecke liegt, bei flüchtiger Beobachtung als selbständige Pflanze. In älteren Stadien ist es jedoch schwer möglich, diese stolonenartigen Ausläufer des Stammes von denen der Wurzeln zu unterscheiden.

Die ausgewachsene Ledumpflanze hat folgendes Aussehen:

Die Büschelwurzel verläuft oft ziemlich dicht gespreizt unter der Oberfläche. Sie ist braun und bei alten Pflanzen holzig knorrig, weiter nach unten zu ästig verzweigt. Ihre Rinde ist glatt bis schwach geriffelt. Sie erreicht mit den senkrecht absteigenden Nebenwurzeln eine Tiefe von ungefähr 1 m. Sie schickt etwa 5 bis 20 cm unter der Oberfläche des Sphagnums verzweigte Ausläufer aus, die unter sich mit ihren Verzweigungen ein dichtes Netz bilden. Diese Ausläufer treiben ca. 30 cm von der Mutterpflanze entfernt neue Sprosse an die Oberfläche, die hier wieder selbständig Nebenwurzeln bilden. Dieser Vorgang wiederholt sich mehrmals, wodurch um eine Pflanze herum ein ganzes Gebüsch von Porst entsteht. Die Wurzel behält im Gegensatz zum Sproß, der im Winter spröde und brüchig wird, ihren zähen, elastischen Charakter.

Der Geschmack der Wurzel ist unangenehm bitter kratzend.

Der oberirdische Teil der Pflanze ist reich verzweigt (Abb. 5). Die Verzweigung ist meistens sympodial. Sie entsteht dadurch, daß der Hauptsproß sehr früh mit einem Blüten- bzw. Fruchtstand abschließt; unterhalb des Blütenstandes entstehen selten eine, meist mehrere (3 bis 5) Verzweigungen. Da diese neuen Triebe sich meistens schon in der Achsel des obersten Laubblattes senkrecht aufrichten, bilden sie die scheinbare Fortsetzung des durch die Blüte abgeschlossenen Hauptsprosses. Diese neue Zweigbildung erscheint, trotzdem die Zweige nicht immer in gleicher Höhe entspringen, oft quirlartig. Der florale Sproß unterscheidet sich vom vegetativen Sproß, der in bedeutend geringerer Zahl angelegt wird und meistens auch nicht verzweigt ist, noch durch folgendes: Im ausgewachsenen Zustand ist der florale Sproß unter der Blütenknospe zur Spitze hin dicker als die untere Sproßhälfte. Er wirkt dadurch etwas keulenartig, was sich besonders stark im trockenen Zustand ausprägt gegenüber dem zart wirkenden vegetativen Sproß. Bricht man die Knospe des floralen Sprosses ab, so zeigt er an der Ansatzstelle der Knospe eine schalenartige Vertiefung.

Während oder häufiger noch kurz nach der Blütezeit entwickeln sich in den obersten Blattachseln Jungtriebe. Diese sind zuerst hellgrün und besitzen ein weißes, wolliges, dichtes Haarkleid. Form und Farbe dieser Haare ändern sich nicht beim Trocknen. Im Laufe der Vegetationszeit, nach 4 bis 6 Wochen (ungefähr Mitte Juli) beginnt die Rostbraunfärbung des Haar-

kleides, von unten nach oben fortschreitend. Die Färbung geht am Ende der Vegetationszeit bei Terminalknospenbildung (September) ebenso wie die der Blätter in weithin auffallendes Feuerrotbraun über.

An der Scheide zwischen vorjährigem Zweig und Jungtrieb bleibt oftmals noch der Kranz der ehemaligen Hüllschuppen der vegetativen Knospe eine Zeitlang kronenartig stehen. Unterhalb dieses Kranzes ist der Stengel meistens schon im Spätsommer blattlos.

Der 4 bis 6 Wochen alte Jungtrieb ist sehr wasserhaltig und hat einen ausgeprägten, eigenen Geruch, der im frischen Zustande sowohl wie im trockenen an Zitronen-Melisse erinnert. Im Laufe der Vegetationszeit geht dieser Geruch dann in den mehr unangenehm scharfen, typischen terpentinartigen Ledumgeruch über. Weiterhin ist der junge Stengel, solange er behaart ist, harzig-klebrig wie die Blätter. Da er im frühen Stadium noch unverkorkt ist, entsteht durch das Schrumpfen des schwammartigen Markes beim Trocknen ein beinahe röhrenartiger Hohlraum im Stengel, so daß dieser sich unter leichtem Druck flach drücken läßt. Im Winter verlieren die Zweige ihre Zähigkeit und werden sehr spröde, so daß sie äußerst leicht abzubrechen sind. Deshalb sind die Porstbestände besonders im Winter leicht gefährdet und empfindlich. Der Geschmack der jungen Stengel, die etwa 4 bis 6 Wochen alt sind, ist im Gegensatz zu seinen bitteren Blättern süßlich aromatisch. Im Laufe der Vegetationsperiode wird er bis auf seine obere Spitze (3 bis 5 cm), die jetzt den Geschmack der Blätter hat, wie das Altholz geschmacklos.

Die Länge der Jungtriebe in einem Jahr war so charakteristisch verschieden an den einzelnen Büschen, daß man auf zwei Varietäten schließen kann. Das eine Mal betrug der Zuwachs an den Sträuchern 5 bis höchstens 10 cm. Im zweiten Falle betrug der Zuwachs niemals weniger als 10 cm und erreichte im Durchschnitt eine Länge von 20 bis 25 cm.

Im Gegensatz zu den erstjährigen Zweigen sind die vorjährigen Zweige schon meist haarlos und besitzen eine braunglänzende Rinde.

In den nächsten Jahren wird diese braune Rinde grausilbern und beginnt abzublättern. Bei den ältesten Zweigen — im Königsmoor wurden stammartige Sprosse von Daumendicke gefunden, bei denen bis zu 45 Jahresringe gezählt wurden — ist eine auf braunem Grunde schwach geriffelte Rinde vorhanden. Diese ist an sich weder schorfig noch rissig.

Sehr häufig sind die Zweige des Sumpfporstes mit der grauen Flechte „Parmelia physodes (L.) Ach." bedeckt. Diese Flechte befällt allerdings nur die älteren Zweige, während sie bei den Jungtrieben und erstjährigen Zweigen nicht festgestellt wurde. Wo die Flechte auftritt, befällt sie weithin die ganzen Bestände. So wurde sie besonders im Heidmoor bei Ahrensbök zahlreich am Ledum festgestellt.

Es mag an dieser Stelle gleich erwähnt werden, daß eine Handelsdroge von Ledum pal. frei von dieser Flechte sein soll, daß andererseits ein Vorkommen von Flechten in der Handelsdroge immer auf unlautere Beimischungen älterer blattloser und daher wertloser Stengelteile schließen läßt.

Ende Mai, gleich nach der Blütezeit, wenn der Sproß zu wachsen beginnt, setzt auch die Blattbildung ein, die ihren Abschluß im August bis September findet durch die Bildung der terminalen vegetativen oder floralen Knospe. Diese Blätter sind heller als die Altblätter, aber sonst von gleicher Größe und Gestalt wie diese. Sie sind in den ersten 4 bis 6 Wochen stark weiß, weich, filzig, behaart wie ihr zugehöriger Jungsproß. Ebenso wie bei diesem färbt sich das Haarkleid im Laufe der Vegetationszeit dunkler. In diesem Frühstadium ist das ganze Blatt pfriemartig eingerollt. Das Blatt ist oberseits noch

stark behaart. Später, wenn sich die Blattspreite mehr verflacht, beschränkt sich die Behaarung auf der Oberseite fast nur auf die Haupt- und Sekundärnerven. Der Geruch der Blätter ist wie der des Jungsprosses in den ersten 4 bis 6 Wochen zitronenmelissenartig, solange sie noch frisch sind. Im Gegensatz zu den Stengeln bekommen sie beim Trocknen einen scharf aromatischen, aber noch nicht typischen Ledumgeruch. Sie schmecken frisch und getrocknet gleichermaßen durchdringend, kühlend, aromatisch bitter.

Das völlig ausgewachsene Blatt, z. B. Abb. 6 und 7, findet sich nur an den behaarten Sproßenden. Seine Länge beträgt bis zu 2,5 cm, seine Breite bis zu 0,9 cm. Die Blätter stehen wechselständig am Stengel in $^2/_6$-Stellung, dagegen dicht unter der Spitze oft quirlständig. Die Blätter sind kurz gestielt. Die runden Blattstiele sind braun behaart und 2 bis 3 mm lang. Oft sind die oberen Blätter dicht unter der Terminalknospe ungestielt. Die immergrünen Blätter sind lineallanzettlich, ungeteilt, am Grunde abgerundet und am glatten Rand zurückgerollt. Die Blattspreite ist an ihrer Basis herzförmig am Blattstiel angewachsen. Die Oberseite des Blattes ist derb lederartig, smaragdgrün, glänzend und glatt. Sie wirkt durch die tiefliegenden Adern fast runzelig (Abb. 6). Die Blattunterseite ist hellgrün, durch die hervortretenden Adern stark gefeldert. Diese hellgrüne Unterseite ist von einem dichten, rostbraunen Haarpelz überzogen. Der Haarüberzug verhindert eine zu starke Transpiration und einen zu schnellen Luftaustausch über der transpirierenden Fläche. Besonders stark auf der Unterseite ist das anastomosierende Adernnetz behaart. Der Hauptnerv endigt unterseits an der Spitze in einem kleinen, kurzen, braunen Haarbüschel. Der Hauptnerv teilt die Blattoberseite in zwei Hälften. Die Sekundärnerven bilden einen Winkel von 45° zum Hauptnerv und endigen deltaartig am Blattrand (Abb. 19). Dieses Delta umschließt je einen Doppelhöcker auf der Blattoberseite. Der Hauptnerv dagegen endigt nur in einem Höcker, der besonders scharf ausgeprägt ist und dornartig über die Blattspitze hinausragt.

Im Winter hängen die Blätter herab (Abb. 2 und 7), da sich der Blattstiel bogenförmig zum Sproß hin krümmt. Bei großer Kälte steht die Blattspreite fast parallel zum Sproß. Beim Steigen des Saftes im Frühjahr, wenn, wie schon erwähnt, der Stengel wieder elastisch wird, nimmt das Blatt wieder eine fast waagerechte Stellung ein (Abb. 5). Durch ihr stärkeres Einrollen im Winter erhalten die Blätter ein fast nadelförmiges Aussehen. Dieses nadelförmige Aussehen bekommen die Blätter auch durch das Trocknen der Droge. Wenn sich im Frühjahr die Blätter wieder zurückrollen, erreichen ihre Spreiten die alte Form nicht ganz zurück. Durch diese zurückbleibende stärkere Einrollung wirken sie bedeutend schmäler als die am Jungtrieb neu gebildeten ausgewachsenen Blätter. Die Blätter färben sich im Winter oft rot; diese Farbe verschwindet im Frühjahr wieder. Die Blätter halten sich in unserer Gegend bis zu zwei Jahren am Sproß, während sie nach Angaben von Grevillius und Kirchner (1923) in Skandinavien und Grönland bis zu vier Jahren am Sproß haften bleiben. Die Altblätter, sowohl frisch als auch getrocknet, haben den typischen Ledumgeruch und -geschmack; dieser ist durchdringend bitter, aromatisch und unangenehm terpentinartig.

Die oben beim Sproß erwähnten beiden Varietäten unterscheiden sich auch in charakteristischer Weise an ihren Blättern. Diese erreichen bei der kurzsprossigen nur die halbe Länge der Langsproßblätter. Auch ist die Form der ersteren mehr gestaucht eiförmig.

Als Abschluß der Vegetationszeit (August—September) bildet jeder einzelne Zweig entweder eine Knospe oder mehrere endständige Knospen. Man kann dabei deutlich zwei Arten von Knospen unterscheiden: die sehr kleine zarte, spitzkegelige vegetative Knospe (Abb. 6) und die große stumpfkegelige, breitere florale Knospe (Abb. 7), die im Vergleich zur vegetativen bedeutend dicker wirkt.

Die vegetativen und besonders die floralen Knospen sind von einem Kranz von Brakteen umgeben (Abb. 9 D), welche schon am Ende der letzten Vegetationsperiode bei Bildung der Knospen ungefähr im August aus den obersten Blattanlagen anstatt der Laubblätter zum besseren Schutze der Knospen gebildet wurden. Der basale schuppenartige Teil der Braktee ist zunächst hellgrün, der obere blattartige Teil grün. Während der blattartige, spitz lanzettliche Teil der Braktee seine grüne Farbe behält, nimmt der schuppenartige Teil zum Winter hin eine braune Farbe an. Die Brakteen sind behaart, im Gegensatz zu den normalen Blättern ungestielt und fallen spätestens nach einem Jahr ab. An einer Knospe befinden sich die verschiedensten Formen der Brakteen. Außen an der Knospe haben sie fast das Aussehen von Laubblättern und zeigen nur an der Ansatzstelle den schuppenartigen Charakter. Zum Blüteninnern hin werden sie immer mehr zur Schuppe, so daß nur noch der obere Teil wie ein grüner Dorn auf der Schuppe sitzt. Die Größe der Braktee beträgt bis zu 2,5 cm. Vielfach bilden die vier untersten Brakteen ein Kreuz, in dessen Mittelpunkt die Knospe wie in einer geflügelten Schale ruht.

Die vegetative Knospe bildet die Anlage zu dem in der nächsten Wachstumsperiode blütenlosen monopodialen Sproß. Sie steht immer einzeln und ist nur von einer Anzahl Deckschuppen eingehüllt. Die Schuppen wachsen langsam um die Knospe herum und stehen dachziegelförmig angeordnet. Sie sind braun, spitzlänglich, konkav, außenseits dicht behaart. Sie fallen nach dem Austreiben des Sprosses meistenteils ab, manchmal bilden sie aber auch den schon erwähnten losen, kronenartigen Ring um den Sproß.

Aus der floralen Knospe entsteht im nächsten Jahr unmittelbar der Blütenstand. Im Gegensatz zur vegetativen Knospe wurden diese floralen Knospen auch manchmal gehäuft (bis zu 8) (Abb. 7) am Ende eines Sprosses beobachtet.

Die florale Knospe ist am Grunde von Deckschuppen eingehüllt, die in ein bis zwei Kreisen dachziegelartig angeordnet sind. Auf diese Deckschuppen folgen Vorschuppen, die ebenfalls dachziegelartig angeordnet sind. Diese Vorschuppen wie die unten stehenden Seitenschuppen wurden bisher noch von keinem Autor näher beschrieben. In jeder Vorschuppe ruht eine Einzelknospe. Zunächst sind diese Vorschuppen allein angeordnet. Erst im April, wenn die Knospe zu schwellen beginnt, bilden sich Seitenschuppen an beiden Seiten der Vorschuppe.

In der ruhenden Knospe ist die Vorschuppe kaum von der Deckschuppe gestaltlich unterschieden. Beide sind konkav, beiderseits dicht behaart, lanzettlich und an der Basis leicht herzförmig. Im Jugendstadium sind sie hellgrün durchscheinend; erst im Winter nehmen sie in ihrem oberen Teil eine zuerst violette, dann braune Farbe an, die bei den Deckschuppen dunkler ist als bei den Vorschuppen. Letztere bleiben in diesem Stadium der Überwinterung in der unteren Hälfte sogar hellgrün durchscheinend und nehmen erst beim Aufblühen die dunkle Farbe der Deckschuppen an. In der Droge sind die beiden Schuppenarten nicht zu unterscheiden, da sie beide getrocknet eine lackbraune

Farbe haben. Die Größe der Deckschuppen beträgt 0,5 bis 0,7 cm, ihre Breite 0,3 bis 0,4 cm. Die Vorschuppe ist 0,5 bis 0,8 cm lang und 0,2 bis 0,3 cm breit. Die Deck- und Vorschuppen fallen zur Blütezeit ab, bleiben aber häufig noch im Blütenstand hängen infolge ihrer klebrigen Beschaffenheit. Sie sind in diesem Stadium in der oberen Hälfte tief dunkelbraun und zur Basis hin hellbraun gefärbt. Sie zeigen auf der Bauchseite eine ausgeprägte, erhabene Nervatur.

Die erst im Frühjahr sich bildenden Seitenschuppen (Abb. 22) sind hellbraun, schmal länglich lanzettlich, konkav, 0,4 bis 0,6 cm lang und 0,1 bis 0,2 cm breit. Sie sind nur auf der Außenseite stark zottig behaart, die Innenseite trägt keine Haare. Im Ruhestadium der Knospe sind diese Seitenschuppen nur als dünne Haarwucherungen erkennbar. Sobald in der praller werdenden Knospe die dadurch auseinanderweichenden Vorschuppen die Blütenanlage nicht mehr ganz bedecken, bilden die Seitenschuppen ihre endgültige Gestalt aus. Dadurch ist die zarte Blütenknospe wieder voll gegen die Temperaturschwankungen des Frühjahrs geschützt.

Auch diese Seitenschuppen fallen während der Blütezeit ab.

Die florale Knospe beginnt in Norddeutschland Ende Mai, Anfang Juni aufzublühen. Sie entwickelt einen endständigen, racemösen Blütenstand mit etwa 15 bis 20 Einzelblüten, die sich zentripetal entwickeln. Die Blühdauer eines ganzen Blütenstandes vom Aufblühen der Randblüten bis zum Verblühen der innersten Blüten beträgt etwa 14 Tage.

Die Achse des Blütenstandes wird etwa 1 bis 2 cm lang und ist stark längs gefurcht. Auf ihr sieht man die sockelartigen Narben der Ansatzstellen der Schuppen. Aus diesen Sockeln entspringen die einzelnen Blüten. Die Achse des Blütenstandes ist drüsig behaart.

Die Entwicklung der Einzelblüten verläuft folgendermaßen: Bereits in der Knospe ist die Blütenanlage gestielt. Wie schon gesagt, wird in der Knospe jede einzelne Blüte von der Vorschuppe umhüllt und zwar so, daß deren leicht herzförmige Basis den glatten weißen Blütenstiel umfaßt. Die noch geschlossene, spitz-eiförmige Korolle, die zunächst hellgrün, später weiß ist, ruht in der leicht gerunzelten muschelförmigen Vorschuppe.

Bei Weiterentwicklung der Blütenanlage glättet sich zunächst die Schuppe und gibt dadurch der Blütenknospe mehr Raum. Im weiteren Verlauf verliert die noch geschlossene Korolle ihre spitze Form und wird breit-kugelig, weil die noch festsitzende Vorschuppe vorläufig nur ein seitliches Wachstum zuläßt. Durch immer stärkeres Wachstum treibt der Blütenstiel die aber immer noch geschlossene Korolle über die Schuppe hinaus. Letztere umfaßt meistens noch bis in die Blütezeit hinein den Blütenstiel an seinem Grund.

Diese Art der Befreiung von der Vorschuppe ist charakteristisch für die Randblüten. Etwas anders verläuft der Vorgang bei den inneren Blütenanlagen. Bei diesen sind die Vorschuppen zu 4 oder 5 mit ihren Rändern bis oben hin verwachsen oder fest verklebt. Beim Strecken der Blütenstiele reißen die Schuppen an ihrer Basis von der Hauptachse ab. Sie hängen dann fast immer wie ein rosettenartiger Hut über mehreren Blütenknospen. Oftmals wurde ein Verkümmern der inneren Blüten beobachtet, weil diese den „Hut“ nicht rechtzeitig abstoßen konnten.

In einer Blütenknospe liegen die fünf Blumenkronblätter ungefaltet, aber so gewölbt, daß drei äußere die zwei inneren völlig decken. Beim Öffnen der

Blütenknospe weichen die drei äußeren Blumenkronblätter von den zwei inneren in entgegengesetzter Richtung voneinander ab.

Die Blütenformel für Ledum pal. L. ist: K(5) C(5) A5+5G $\underline{(4\text{-}5)}$

Jede Einzelblüte ist zwittrig, choripetal, aktinomorph und obdiplostemon. Sie ist gestielt (Abb. 8 und 9 C). Der schon in der Knospe vorhandene Blütenstiel ist drüsig behaart, klebrig und zunächst hellgrün. Bis kurz vor dem Aufblühen ist er bogig abwärts gekrümmt, wodurch die einzelne Knospe herabhängt. Beim Aufblühen richtet sich der Blütenstiel auf und färbt sich dabei rötlich. Die offene Blüte zeigt dann keinerlei nastische Bewegungen mehr. Der Blütenstiel erreicht eine Länge von 2 cm.

Der Kelch entwickelt sich erst während der Streckung des Blütenstiels, wenn die Vorschuppe sich abzulösen beginnt. Der Kelch ist fünfzählig und verwachsenblättrig. Die fünf breiten Zipfel haben jeder die Gestalt eines Fünfecks. Der Kelch ist von Anfang an außen drüsig klebrig behaart, er hat einen Durchmesser von 1,5 bis 2 mm. Seine grüne Farbe geht mit zunehmender Fruchtreife langsam in Rot, später in Braun über. Der Kelch bleibt an der Frucht erhalten.

Die Korolle zeigt oft kurz vor dem Aufblühen auf der Unterseite eine Rosafärbung, die beim Aufblühen aber wieder verschwindet. Hieraus erklärt sich die irrtümliche Ansicht von einer rosablättrigen Varietät, die immer wieder in der Literatur auftaucht.

Die Korolle, die flach sternförmig ausgebreitet ist, besteht aus fünf einzelnen, nicht verwachsenen Blumenkronblättern und hat einen Durchmesser von 1 bis 1,2 cm. Die weißen Blumenkronblätter (Abb. 25) sitzen ungestielt mit breiter Basis am Blütenboden und sind beiderseitig schwach behaart. Das einzelne Blütenblatt ist 6 bis 8 mm lang und 4 bis 5 mm breit. Es ist länglich, stumpf elliptisch und hat einen Mediannerv mit 2 bis 4 Seitennerven. Die Sekundär- und Tertiärnerven endigen frei dicht am Blattrand.

Die Staubgefäße haben in der ruhenden Knospe kurze, gestauchte, gerade, unbehaarte Filamente. Während der Entwicklung der Knospe strecken sich die Filamente. Solange sie in der Knospe Platz haben, stehen sie aufrecht. Beim Weiterwachsen des Filamentes nehmen sie eine S-förmig gekrümmte Stellung ein. Bei der Entfaltung der Blüte strecken sie sich wieder gerade.

Die zehn Staubgefäße stehen obdiplostemon in zwei Kreisen. Die äußeren Staubgefäße sind länger als die inneren; beide überragen den Griffel um 1 bis 3 mm. Sie erreichen eine Länge von 7 bis 9 mm. Sie sitzen am Außenrande des hypogynen, zwischen den fünf Kelchzipfeln ausgebreiteten, scheibenartigen Blütenbodens, der durch die Ansatzstellen der Staubgefäße, zwischen denen Honig ausgesondert wird, ausgebuchtet ist.

Die schlanken, weißen Filamente sind kahl; nur an der Basis oberhalb der zwiebelartigen Verdickung ist eine wimperartige Behaarung vorhanden. Die wimperartige Behaarung beginnt schon vor der S-Krümmung, während die zwiebelartige Verdickung erst während der S-Krümmung erreicht wird.

Die freien gelben Staubbeutel sind länglich aufrecht, oben und unten rundlich und zweifächrig, ohne Anhängsel und kahl. Die Antherenhälften treten im Gegensatz zu anderen Ericaceen nicht stark hervor. Die Antheren bleiben während der ganzen Blütenentwicklung dem Fruchtknoten zugewandt und stehen in der geschlossenen Blüte in der gleichen Höhe wie die Narbe. Die Antheren springen — nach eigenen Beobachtungen — auf, ehe die Blüte entwickelt ist, so daß Selbstbestäubung stattfinden kann.

Nach Grevillius und Kirchner (1923, Seite 23) sind die Blüten schwach protogynisch und homogam mit langlebigen Narben. Schon ehe die Blütenknospe sich öffnet, ist die Narbe bereits klebrig, während die Löcher an der Spitze der Antheren noch durch eine zarte Haut geschlossen sind. In der vollständig geöffneten Blüte steht die Narbe etwa 1 mm tiefer als die Antheren. Insekten, welche den Nektar im Blütengrunde gewinnen wollen, müssen mit den Bestäubungsorganen in Berührung kommen und können dabei Fremd- und Selbstbestäubung vollziehen. Grevillius und Kirchner bringen weitere biologische Einzelheiten über die Bestäubung (S. 21).

Während der Blütezeit strömt die Pflanze einen betäubenden Duft aus. Die Blütezeit einer Einzelblüte beträgt etwa acht Tage. Im abgeschnittenen Zustand halten sie sich in Wasser gestellt nicht, sondern welken sofort.

Der Fruchtknoten (Abb. 9 C) ist fast kegelförmig. Er ist 1,5 bis 2 mm lang und an der dicksten Stelle 1 mm breit; er ist schon im Knospenstadium in den oberen zwei Dritteln klebrig drüsig behaart. Die Oberfläche des unteren, sich verjüngenden Teils ist sehr nektarreich und glatt. An diesem Teil befinden sich nur papillöse Wucherungen, die kranzartig bis zur oberen Haarzone hinaufreichen. Dieser Gürtel setzt sich aus zehn Lappen zusammen, die wie Hufeisen aufgelegt erscheinen. Der bis oben verwachsene Fruchtknoten ist oberständig, vier- bis fünffächerig. Die zentralen Plazenten sind gedoppelte Lamellen und tragen teils anatrope, teils campylotrope Samenanlagen.

Die Fruchtblätter wuchern über die Basis des Griffels hinaus und bilden hier einen kleinen Wall um den Fuß des Pistills. In dem so entstandenen Graben liegt eine nektarbildende Oberfläche. An der Narbenbildung ist die Plazenta beteiligt. Dies wurde auch schon bei Ledum groenlandicum von Goebel 1933 festgestellt. Die fünf Plazenten wuchern durch den Griffel unter Freilassung eines Kanals und bilden an dem Griffelende die Narbe. Der Teil der Plazenta in der grünen Frucht ist flach, grün und doppelleistig. Er wird in der reifen Frucht dick, spindelförmig und rostbraun.

Es ist nur ein Griffel vorhanden, der fadenförmig, kahl und von weißer Farbe ist. Er ist aus einer Einsenkung an der Spitze des Fruchtknotens abgegliedert. Der Griffel ist zur Spitze hin leicht gebogen und endigt in einem zackigen Rand, auf dem die fünflappige Narbe sitzt. Die über den Griffelrand hinausragende Narbe besteht von oben gesehen aus fünf herzförmigen Wülsten, die gegeneinander durch Rinnen abgesetzt sind. In diesen Rinnen befindet sich das Narbensekret. Diese Furchen münden strahlenförmig in einen Trichter, der faltig in den Griffelkanal übergeht.

Der Fruchtknoten weist bis zur Befruchtung mit Ausnahme eines normalen Wachstums keine gestaltliche Veränderung auf. Nach der Befruchtung wird er birnenförmig und zeigt an der Spitze den jetzt schon rot gefärbten Griffel mit der Narbe. Die grüne Frucht ist ganz mit silberglänzenden Haarschuppen körnig besetzt, mit Ausnahme des schon erwähnten Saumes eben über dem Kelch. Die silberne Körnung tritt besonders stark etwa zwei Wochen nach der Blüte an der getrockneten Frucht hervor, die auch nach der Trocknung ihre grüne Farbe behält. Deutlich sind in diesem Stadium die vier bis fünf tiefliegenden Verwachsungsnähte der Fruchtblätter und zwischen ihnen die vier bzw. fünf erhabenen Rückennähte zu erkennen.

Die ausgewachsene Frucht ist eine vielsamige vier- bis fünffächerige Kapsel (Abb. 9 A, B) von der Form eines Ellipsoides. Sie hat eine rötlichbraune Farbe und nur Spuren von Drüsenhaaren. Ihre Länge beträgt 4 bis 5 mm.

Von außen ist sie hart und holzig. Sie springt mit septizider Dehiszenz auf. Beim Aufspringen der Kapsel lösen sich die fünf gedoppelten Samenleisten von der aus den verwachsenen Bauchnähten der einzelnen Fruchtblätter gebildeten Mittelsäule am unteren Ende ab. Sie stehen jetzt in einem Winkel von etwa 30° von der Mittelsäule ab und sind nur noch dicht unterhalb des Griffelfußes befestigt. Sie erreichen nur die halbe Länge des Mittelsäulchens. Die schiffchenartigen, jetzt einzeln stehenden Fruchtblätter sind nur noch am oberen Ende dicht unterhalb des Griffels an der Mittelsäule befestigt (Abb. 9 A, B). Sie stehen zu ihr in einem Winkel von etwa 45°. Beim Aufspringen der Kapsel reißt sich das Fruchtblatt von der Plazenta und der Bauchnaht los, so daß ein schmal geöffnetes Schiffchen entsteht. Bei dieser gewaltsamen Loslösung bleibt ein Teil der Samen an der Plazenta hängen, während ein anderer Teil in das „Schiffchen" fällt. Die Samen an der Plazenta werden noch im Laufe des Jahres fortgeweht. Die Samen des „Schiffchens" dagegen können noch bis zu drei Jahren in ihm verbleiben und fallen erst dann mit der Loslösung der Kapsel zu Boden.

Nach dem Verblühen krümmt sich der Blütenstiel langsam wieder nach unten, so daß die Griffelspitze positiv geotrop gerichtet ist. Diese Lage behält auch die aufgesprungene Kapsel bis zu ihrem Abfallen bei. Hierdurch ähnelt die Frucht einer aufgeblühten Tulpe, deren Stengel der Griffel, deren Narbe der stehengebliebene Kelchkranz und deren Korolle die aufgeklappten Fruchtblätter bilden.

Der flache Same hat eine mehr schiffchen- als spindelförmige Gestalt (Abb. 10). Er ist am Ende stumpf; an dieser Stelle war er an der Plazenta befestigt. Das andere Ende ist spitz und leicht gebogen, wodurch der Same geschwänzt erscheint. Er ist glatt, unbehaart, gelblichweiß, später braun und durchsichtig. Seine helle, netzartige, glänzende, pergamentartige Samenschale umschließt das dunkle gelbe Endosperm sackartig. Sie ist ferner an zwei Längsseiten zu häutigen Flügeln ausgewachsen. Die Länge des Samens ist 2 bis 2,5 mm, seine Dicke 0,2 bis 0,3 mm. Das Tausendkorngewicht beträgt 0,0125 g.

Die beiden schon erwähnten Variationen weisen auch eine verschiedene Gestalt des Blütenstandes auf. Die kurzsprossigen tragen einen halb bis dreiviertel kugeligen Blütenstand, während er bei den langsprossigen mehr abgeplattet ist. Auch verliert der kurzsprossige zur Blütezeit im Gegensatz zum langsprossigen fast vollständig seine Altblätter.

Ein Zweig blüht oft ein paar Jahre hintereinander (Abb. 5), indem er zur Blütezeit schon seitlich neue Floralsprosse bildet, die Ende Juli bereits die dicken Knospenanlagen zeigen, während in der Achsel der beiden Schößlinge weiter unten sich noch die Fruchtreife vollzieht. Oft befinden sich einen Jahresring tiefer noch die vorjährigen reifen Kapseln mit den Samen. So wurden nicht selten an einem Zweig vier Blütengenerationen gefunden.

Anatomie.

Haare.

Eine eingehende anatomische Behandlung der Haare von Ledum pal. liegt bisher nicht vor.

Vogl 1892 (S. 612) bildet die braunen Zotten der Blattunterseite ab. Bei Solereder 1899 finden sich vereinzelt wertvolle Angaben. Die ausführlichste Beschreibung der Haare hat Braun 1933 geliefert, der am Laubblatt vier verschiedene Haartypen gefunden hat.

Bei den eigenen Feststellungen, die sich auf die ganze Pflanze erstreckten, wurden acht verschiedene Haarformen festgestellt.

An Deckhaaren wurden folgende Haare gefunden:

1. *Einfache einzellige Borstenhaare* (Abb. 26, 27, 32).

Sie sind einzellig, kurz und spitzkegelig. Oft sind sie sichelförmig gekrümmt, oft zylinderartig gestreckt und zur Spitze hin schwach abgerundet. Sie sind farblos, mit Luft gefüllt, mehr oder weniger dickwandig und fast immer mit Cuticulawarzen bedeckt. Sie haben eine Länge von 4 bis 23 μ und sind bis zu 5 μ dick.

Sie wurden beobachtet an:

Sproß
Laubblatt
Braktee
Deckschuppe der vegetativen Knospe
Deckschuppe
Vorschuppe
Achse des Blütenstandes
Blütenstiel
Kelchrand
Blumenkronblatt
Staubfaden
Fruchtknoten.

2. *Einzellige Zotten* (Abb. 37).

Diese befinden sich nur im Griffelkanal und sind bisher noch nicht beschrieben worden. Sie stellen im Jugendstadium mehr oder weniger Papillen dar. Diese Papillen wachsen oft unter der Narbe zu Haaren aus. Sie füllen zur Zeit der Pollenreife häufig den ganzen Kanal aus und hängen strähnig über den Griffelrand. Sie sind dickwandig und meistens mit einem gelben, körnigen Inhalt angefüllt. Sie sind glatt, vielfach korkenzieherartig gedreht und gleichen am meisten den später beschriebenen Gliederzotten.

3. *Einfache einzellreihige Haare* (Abb. 28).

Sie bestehen aus mehreren farblosen gestreckten Zellen, die in einer Reihe angeordnet sind. Sie bilden wahrscheinlich eine Übergangsform zu den unten beschriebenen Gliederzotten, erreichen aber nur ihre halbe Länge. Ihre Cuticula ist mehr oder weniger stark warzig. Selten treten diese Haare verwachsen in der Zwillingsform auf.

Sie wurden beobachtet an:

ganz jungen Sprossen, selten
Kelchrand
Blumenkronblattrand.

4. *Keulenhaare* (Abb. 23).

Diese sind Auswucherungen der Epidermis. Eine Zelle wächst aus der Oberfläche heraus, indem sie zwei neue Zellen nebeneinander bildet, diese teilen sich jetzt in der Längsrichtung weiter, so daß zuerst ein zweireihiger Stiel entsteht. Nach einiger Zeit teilen sie sich am Ende auch noch quer, so daß ein massiver kugeliger Kopf gebildet wird. Diese Kopfzellen vergrößern sich dann stark, so daß sie am Ende die doppelte Größe der gewöhnlichen Epidermis- und Stielzellen erreichen. In diesem Köpfchen befindet sich keinerlei Sekret. Sie wurden nur an der Seitenschuppe festgestellt.

5. *Gliederzotten* (Abb. 15, 38 bis 41).

Diese Haare sind die wichtigsten Haarbildungen, die dem Blatt und dem Sproß den braunen, filzartigen Charakter verleihen. Eine ganz gute Abbildung findet sich bereits bei Vogl 1892, eine kurze Beschreibung bei Brandt und Wasicki 1931. Die Gliederzotten sind 4 bis 9 mm lang und 8 bis 18 μ breit. Sie sind bandartig verschlungen, oft um die Längsachse gedreht und erhalten dadurch ein peitschenartiges Aussehen. Sie sind vielzellig und braun gefärbt. In jugendlichem Zustand sind die Haare noch mit Plasma angefüllt und zeigen noch keine Inkrustierungen; erst später färben sie sich braun und sind dann teils mit braunem Farbstoff und mit Gerbstoff, teils mit Luft gefüllt. Von der Basis an sind sie zweizellreihig und laufen zur Spitze hin in einer Zellreihe aus. Bei manchen Haaren besteht nur der Fuß aus zwei nebeneinander liegenden Zellen. Die darauffolgenden Zellen können später in der Längsrichtung sekundär eine Scheidewand bilden, so daß das Haar auch noch weiterhin dann zweizellreihig ist. Durch die besonders stark verdickte Außenwand der beiden nebeneinander liegenden Basalzellen erhält der Haarfuß in der Aufsicht ein brillenförmiges Aussehen. Die Cuticula ist besonders an der einzellreihigen Spitze stark mit Warzen besetzt. Die Warzen haben eine längliche Form und verlaufen in der Längsrichtung der Haare.

Das Haar erhält sein eigenartiges zottiges Aussehen durch zackenartige Ausstülpungen der einzelnen Zellen. Die Zellen treiben häufiger in der Höhe der Querwände, die oft knotig verdickt sind, Ausstülpungen hervor. Diese wölben sich wulstartig um die nächst höhere Zelle, so daß die Haare geschachtelt aussehen. Später wächst dieser Wulst zu einer Zacke aus, die schräg seitlich vom Haar absteht. Dadurch scheint die Basis der nächstfolgenden Zelle, zumal sie oft kollabiert, in einer Scheide zu liegen. Besonders stark sind diese Vorgänge dort ausgeprägt, wo die eine Zellenreihe zu wachsen aufhört. Weiterhin erhält das Haar später durch Verkorkung, Inkrustierung und Schrumpfung sein braunes, rissiges und gedrehtes Aussehen.

Gefunden wurden diese Haare an:

Sproß
Laubblatt
Braktee
Deckschuppe der vegetativen Knospe
Deck- und Vorschuppe
Seitenschuppe.
Achse des Blütenstandes

An sekrethaltigen Haaren wurden folgende Haare gefunden:

6. *Einzellige Drüsenhaare* (Abb. 24).

Sie erreichen dieselbe Länge wie die Borstenhaare, aber sie sind im Durchschnitt dicker als diese. In diese Haare fließen, wie im Sudanglycerinpräparat gut zu erkennen ist, durch Kanälchen die Sekrete, welche an der Spitze der Haare kugelartige Ausbuchtungen hervortreiben und dadurch dem Haar ein knorriges Aussehen verleihen. Wenn diese Ausbuchtungen platzen, wird das Haar mit einer Ölschicht überzogen. Das Haar hat stark geschichtete Wände, welche dort am dünnsten sind, wo das Sekret heraustritt. Die Haare sind ebenso wie die einfachen Borstenhaare mit kleinen Cuticularwarzen bedeckt. Ihre Cuticula ist stark längs gestreift und dick. Diese einzelligen Drüsenhaare wurden nur am Kelchrand — und hier auch selten — festgestellt.

7. *Drüsenköpfchen* (Abb. 42).

Diese Drüsenhaare sind wie die folgenden drüsigen Schildhaare von Braun 1933 nicht genügend charakterisiert worden.

Der Stiel des Drüsenköpfchens ist ein-, selten zweizellreihig, meistens vier Zellen lang und bedeutend länger — bis 40 μ — als der der unten beschriebenen drüsigen Schildhaare. Die Stielzellen sind rechteckig, klein und meistens quergestreckt; sie haben gleichmäßig verdickte Wände.

Das sekrethaltige kleine Köpfchen (40 μ Durchmesser) besteht aus sechs bis acht Einzelzellen, die traubig gebündelt sind, wodurch eine unregelmäßige Oberfläche entsteht. Die Kopfzellen sind polygonal und entstehen durch Teilung des Haarendes in akropetaler Folge. Sie sind zwei- bis viermal so groß wie die Stielzellen und haben z. T. dünne Wände. Sie sind erfüllt mit Einzeltropfen eines dunklen, orangefarbenen Öles, das beim Trocknen rotbraun wird.

Sie wurden beobachtet an:

Sproß
Laubblatt
Braktee
Deckschuppe der vegetativen Knospe
Deckschuppe
Vorschuppe
Achse des Blütenstandes
Blütenstengel
Kelch.

8. *Drüsige Schildhaare* (Abb. 27, 43).

Nach De Bary 1877 sind die drüsigen Schildhaare Zwischenwanddrüsen, was im Gegensatz zu Braun 1933 bestätigt werden konnte.

Der Fuß des drüsigen Schildhaares ist zweizellreihig und niedrig (bis 12 μ). Das Haar hat im ausgewachsenen Zustand einen bis sechzehnzelligen, breiten, flach-kugeligen Kopf, dessen Durchmesser in der Aufsicht bis 95 μ, im Längsdurchschnitt bis 60 μ beträgt. Hiervon gehen immer acht Kopfzellen vom Stielende aus radial-divergierend zur Kugelperipherie. Ihre Zellwände bestehen aus einer dicken „voluminösen Sekretschicht", die beim Auswachsen des Haares leicht zerreißen und daher meist nur noch im Jugendstadium ganz erhalten sind. Wegen dieser dicken Wände sieht man in der Aufsicht auf das drüsige Schildhaar in ihm einen achtzackigen Stern.

Über diesen achtzelligen Drüsenkopf spannt sich im Jugendstadium meist nur eine Cuticula, unter der sich später eine meist achtzellige Epidermis aus dünnwandigen, peripher gestreckten schmallumigen Zellen zeigt. Diese Epidermis wölbt sich wulstartig nach unten über den Rand des flachen Kopfes hervor, so daß der Drüsenkopf von unten gesehen einer Schale mit konvexem Boden und dicken Wänden gleicht, in deren Mitte der Haarfuß basiert ist.

Der Fuß zeigt in der Aufsicht dieselbe typische Brillenform wie die Ansatzstelle der Gliederzotten. Diese Ansatzstelle unterscheidet sich von den braunen Gliederzottenbasen nur durch ihre Farblosigkeit. Sind diese beiden Haargebilde abgebrochen, so sieht man auf der Epidermis immer noch ihre typischen Ansatzstellen. Durch diese eingestreuten Doppelzellen (Füße) erhalten selbst Bruchstücke der Epidermis ein charakteristisches Aussehen.

Das in dem Drüsenkopf enthaltene ätherische Öl ist bei der Frischpflanze hellgelb und dunkelt beim Trocknen nur etwas nach, bleibt aber immer gelb. Es entsteht primär tropfenförmig in den Scheidewänden zwischen den Zellen,

von wo es dann in die acht Radialzellen, selten unter die Cuticula bzw. in die Peripherzellen, diffundiert und diese ganz als homogene Masse erfüllt.

Beobachtet wurden diese drüsigen Schildhaare an:

Sproß
Laubblatt
Braktee
sämtlichen Schuppen
Achse des Blütenstandes
Blütenstiel
Kelch
Blumenkronblatt
Staubfaden (hier sehr selten)
Fruchtknoten.

Keimpflanze.

Durchschnittlich zwölf Tage nach der Aussaat beginnt die deutliche Quellung des Samens. Das Endosperm färbt sich grün und schimmert durch die Samenschale. Gleichzeitig beginnen die stark geporten Zellen der Samenschale über dem Endosperm sich gegeneinander zu lockern. Nach etwa zwanzig Tagen ist der Keimling am äußersten Drittel des Samens meistens am stumpferen Samenende durchgebrochen. Die einzelnen Epidermiszellen sind an dieser Stelle besonders in der Längsrichtung teilweise voneinander getrennt und hängen nur noch mit einzelnen Zapfen aneinander (Abb. 12). Bei der Keimung wird die äußerste netzartige Schicht des Nucellus (Tegmen) unter der Samenschale hindurch sichtbar. Ihre Zellen verlaufen quer zu den dickwandigen Zellen der Epidermis. Diese wabenartigen Zellen sind ungeport, länglich polygonal und zartwandig. An der Austrittsöffnung des Keimlings ist die Epidermis des Samens weit aufgerissen, während das Tegmen nur ein Loch von der Dicke des Keimlings aufweist. Das Tegmen ist hier besonders deutlich sichtbar. Die Zellen der Samenschale, welche nicht an der Durchbruchsstelle des Keimlings liegen, bleiben ziemlich unverändert.

Der Keimling selbst ist ziemlich stark chlorophyllhaltig und hat noch keine differenzierten Gefäße. Er besteht aus längsgestreckten, schmalen Zellen, die in der Mittelachse zu drei nebeneinander liegenden auffallenden Zellreihen angeordnet sind. Diese sind teilweise mit rotschimmernden Zellen durchsetzt. Diese Rotfärbung verstärkt sich zum Hypokotyl hin, das hierdurch zu einer roten Kappe wird. Mit KOH trat allerdings keine Verfärbung ein, also liegen keinerlei Anthozyane vor. Beim Austritt aus dem Samen beugt sich der Keimling mit seiner Wurzelspitze immer zu dem Ende des Samens, das von der Ausbruchstelle am weitesten entfernt liegt.

Die Behaarung des Keimblattes besteht nur aus drüsigen Schildhaaren. Die Epidermiszellen der Blattober- und -unterseite der Kotyledonen haben die gleiche Größe und Gestalt. Sie sind in der Aufsicht zackig-buchtig, zum Blattrande etwas langgestreckt und zartwandig. Eine Cuticula ist nicht deutlich ausgebildet. Spaltöffnungen befinden sich nur auf der Blattunterseite, hier besonders am Blattrand. Die beiden Schließzellen sind chlorophyllhaltig und liegen etwas erhöht über der Blattoberfläche. Sie sind von vier bis fünf Nachbarzellen umgeben, die farblos sind. Unter der Epidermis liegt das Mesophyll, das aus — in der Aufsicht — polygonalen, chlorophyllhaltigen Zellen besteht; sie sind kristallfrei.

Die Epidermiszellen des Primärblattes sind ähnlich denen des Keimblattes; sie sind nur unterseits in der Aufsicht etwas dickwandiger und spitzzackiger. Die Spaltöffnungen liegen nicht mehr so erhöht, sonst zeigen sie den gleichen Bau wie bei den Keimblättern. Die Spaltöffnungen liegen auf der Blattober- und -unterseite; auf ersterer sind sie bedeutend zahlreicher angeordnet. Die Behaarung besteht oberseits aus weißen Gliederzotten, die besonders an der Basis mit bloßem Auge zu erkennen sind. Unterseits besteht die Behaarung lediglich aus drüsigen Schildhaaren, die besonders zur Blattspitze hin stehen.

Die Sekundärblätter unterscheiden sich von den Primärblättern nur in der Behaarung und dem Auftreten von Ca-Oxalatdrusen. Die Behaarung der Oberseite weist neben den anfangs weißen, später braunen Gliederzotten im späteren Stadium auf der ganzen Blattfläche drüsige Schildhaare auf. Die Unterseite ist gleich dem Primärblatt behaart.

Der Stengel trägt von den Keimblättern an aufwärts verstreut drüsige Schildhaare, von den Sekundärblättern an aufwärts außerdem einfache einzellige, stark warzige Borstenhaare. Seine Epidermis besteht in der Aufsicht aus langgestreckten Zellen, die in ihrer Querwand geport sind. Sie wird von einer starken, längsgewellten Cuticula überzogen. Die chlorophyllhaltigen Schließzellen der Spaltöffnungen sind längsgerichtet und größer als die des Blattes. Sie liegen verstreut und sind von vier bis fünf Nachbarzellen umgeben. In den Zellen des Sproßgewebes liegt das Chlorophyll — im Längsschnitt — längswandständig. Die Zellen sind von Interzellularen durchsetzt. Im Sproß sind deutlich zwei Leitergefäße erkennbar. Die knospenartig zusammenliegenden Laubblattanlagen an der Sproßspitze sind am Ende der Vegetationszeit mit Gliederzotten und drüsigen Schildhaaren besetzt.

Die Zellen der Oberhaut der Wurzel sind an der Spitze quer bienenwabenartig, während der übrige Teil rechteckige, längsgestreckte Oberhautzellen hat. Gefäßbündel sind schon angedeutet.

Der ganze Keimling enthält großkörnige Stärke. Sie befindet sich vor allem in der Blattbasis, in dem Hypokotyl und in der Wurzelspitze.

Wurzel.

Die Wurzel der ausgewachsenen Porstpflanze wurde, da sie für pharmazeutische Zwecke nicht verwandt wird, nicht näher untersucht. Lediglich die Schwankungen an folgenden Inhaltsstoffen während eines Jahres wurden mikroskopisch festgestellt:

Im September befindet sich in der Wurzel Stärke (Jodjodkali), vor allem in der Korkschicht und in den Markstrahlen. Das Phloem ist nur wenig stärkehaltig. Im Februar ist der Stärkegehalt in allen Teilen bedeutend zurückgegangen. Eine größere Anreicherung an Stärke im Phloem, in den Markstrahlen und in der Korkschicht findet zum Frühjahr (März) statt. Im Sommer (Juli) befindet sich die ganze Stärke nur im Korkgewebe, das dicht mit ihr angefüllt ist, während das Phloem und die Markstrahlen zu dieser Zeit völlig stärkefrei sind.

Der Gerbstoff ($FeCl_3$) befindet sich während der ganzen Vegetationszeit vorwiegend im Korkgewebe. Daneben findet man im September im Korkgewebe zahlreiche Öltropfen. Während des Winters ist fettes Öl im Gewebe der

Wurzel nicht mehr festzustellen. Es tritt erst zum Sommer (Juli) und zwar nur im Phloem wieder auf.

Mit fortschreitender Verholzung bilden sich wie bei den unterirdisch verlaufenden Sproßorganen, wie später erwähnt werden wird, auch hier Sekretzellen, allerdings in geringerer Anzahl. Sie enthalten ein Harz, das die gleichen Farbreaktionen gibt wie das später bei den unterirdischen Sproßteilen beschriebene Harz.

Symbiotisch lebt mit der Wurzel ein Pilz. Seine Hyphen dringen in die Wurzel ein, was auch Esser 1910 bei den Rhododendronarten feststellte. Ferner wurde in Übereinstimmung mit seinen Beobachtungen an Rhododendron festgestellt, daß die Pilzhyphen nicht nur an der Oberfläche, sondern auch im Innern der weiten Oberhautzellen der frischen Wurzel von Ledum pal. sind. Die Gefäße waren von Hyphen nicht durchsetzt. Die Wurzel der Keimpflanze zeigte in Übereinstimmung mit Freisleben 1934/35 eine dichte Durchsetzung mit Hyphen, die mit dem Hypokotyl wie abgeschnitten aufhörte. Die Mykorrhiza wurde nach Strasburger-Koernicke 1923 gefärbt:

Sudan 3 wird in Milchsäure gelöst, mit Jod und Baumwollblau versetzt.

Hierin wurden die Keimlinge aus der Torfkultur achtundvierzig Stunden liegengelassen. Das Pilzplasma in den Wurzelzellen war danach intensiv blau, bis auf die Gefäße der Wurzel. Der Sproß und die Blätter blieben ungefärbt.

Bei der ausgewachsenen Wurzel und dem unterirdischen Sproßteil färbt sich auch das Phloem unter der Korkzone blau, während in der unverkorkten Spitze der Wurzel nur die einzellschichtigen Oberhautzellen intensive Blaufärbung aufweisen. Diese Blaufärbung zeigt auch das Phloem aller oberirdischen Sproßteile.

Das Protoplasma wies keinerlei Schädigungen durch diese Symbiose auf. Demnach scheint auch bei Ledum pal. die Anwesenheit der überwiegend endotrophen Mykorrhiza der Pflanze nur nützlich zu sein. Zunächst nur rein mechanisch dadurch, daß die Hyphen im frühen Stadium die Wurzelhaare ersetzen und das Wasser und die Bodensalze aufnehmen, aber auch die Humussubstanz zersetzen. Aus dieser Lebensgemeinschaft sollen nach Esser 1910 die Pflanzen fertig gebildete Eiweißstoffe beziehen, indem ihr Protoplasma die im Innern der Zelle vorhandenen Pilzballen auf dem Höhepunkt ihrer Entwicklung erdrückt und ihrer organischen Stoffe beraubt. Kümmernde Keimpflanzen wurden daraufhin untersucht, und es erwies sich, daß sie nur Spuren der Mykorrhiza besaßen.

Stengel (Sproß) (Abb. 14 bis 16).

Der nach der Blütezeit angelegte Jungtrieb zeigt etwa nach drei Wochen kurz unter der Spitze (ca. 1 cm) auf dem Querschnitt folgendes Bild.

Eine dünne Cuticula bedeckt die Epidermis. Unter der Epidermis, deren Zellen rundlich polygonal und ohne besondere Wandverdickungen sind, liegt eine einreihige chlorophyllhaltige Hypodermis. Ihre Zellen haben keine besondere Wandverdickung. Sie sind wie die der Epidermis gebaut und liegen lückenlos aneinander.

Darunter liegt ein Rindenparenchym von regelmäßigem Bau. Seine Zellen sind wabenmäßig angeordnet und radial gestreckt, zartwandig und weitlumig. Das ganze Parenchym ist von Interzellularen durchsetzt. In diesem Rindenparenchym verstreut liegen kleine chlorophyllhaltige Zellen. Die Gefäße sind dem Entwicklungsstadium entsprechend noch nicht stark ausgebildet. Das Xylem zeigt eine gerade beginnende Verholzung. Es wird gegen das Mark hin von einer zartwandigen Zellschicht abgeschlossen, die Chlorophyll führt. Auf dem Querschnitt ist diese Zellschicht nicht rund, sondern unregelmäßig gebuchtet. Die Markzellen sind klein und haben keine Interzellularen zwischen sich. Zwischen diesen Markzellen liegen vereinzelt dünnwandige grüne Zellen. Manchmal sind diese Zellen rosettenartig von den Markzellen umgeben.

Markstrahlen wurden noch nicht beobachtet.

In diesem Entwicklungsstadium sind in den größeren Zellen des Marks

und der Rinde sehr viele Ca-Oxalatdrusen. Im Mark sind neben diesen Drusen auch noch Einzelkristalle vorhanden.

Bei der Ausbildung seiner Endknospe (August) zeigt der eben beschriebene Jungtrieb in derselben Höhe (etwa 1 cm unter der Spitze) auf dem Querschnitt folgende Veränderung:

Die Hypodermis ist zweizellreihig geworden und chlorophyllhaltig. Sie ist von kleinen Interzellularen durchsetzt. Ihre Zellen sind leicht kollenchymatisch verdickt.

Das Rindenparenchym verliert seine wabenartige Struktur und wird weitmaschiger, unregelmäßiger und großzelliger. Die in ihm liegenden kleinen chlorophyllhaltigen Zellen sind polygonal geworden und haben sich zu Ketten und zu einem Ring, der Endodermis, um den Zentralzylinder zusammengeschlossen.

Darauf folgen das Perizykel als geschlossener, ein- bis zweizellreihiger Ring aus Sklerenchymfasern und der Gefäßbündelring, der nicht besonders charakteristisch ist. Die um das Mark herum liegenden chlorophyllhaltigen Zellen sind jetzt kollenchymatisch verdickt, enthalten aber noch Chlorophyll.

In diesem Kollenchymring haben sich auffallende Sklerenchymfasern entwickelt, die perlschnurartig, manchmal gehäuft verteilt liegen. Die in dem Mark liegenden chlorophyllhaltigen Zellen haben sich zu Ketten zusammengeschlossen und sind mit dem Kollenchymring in Verbindung getreten.

Nach dem Überwintern zeigt der jetzt fertig entwickelte, einjährige Stengel makroskopisch im Querschnitt 3 cm unter der Spitze das Mark als einen fünfzackigen Stern, an dessen Spitze fünf besonders große Gefäßbündelgruppen liegen.

Auf dem Querschnitt (Abb. 14) liegt auf der Epidermis eine sehr dicke Cuticula. Die unter der Epidermis liegende Hypodermis ist weiterhin zweizellreihig und chlorophyllhaltig.

Das Rindenparenchym besteht aus dünnwandigen, großlumigen, zum Teil Oxalatdrusen führenden, sonst inhaltlosen Zellen. Es wird durchzogen von zusammenhängenden Ketten, die aus kleinen rundlichen, dickwandigen, chlorophyllhaltigen Zellen gebildet werden.

Nach innen schließen diese Zellen wie beim vorigen Querschnitt, zu einem einreihigen geschlossenen Ring (Endodermis) vereinigt, die primäre Rinde gegen den Zentralzylinder ab. In diesem Ring enden dann auch meistens die einzelnen Kettenstränge.

Der nach innen anschließende Ring aus Sklerenchymfasern ist jetzt teilweise leicht eingerissen. Die Fasern sind schon verholzt. Sie fallen besonders durch ihre von den umliegenden Zellen unterschiedliche Lichtbrechung auf.

Zwischen dieser Schicht und dem Zentralzylinder hat sich ein zweizellreihiges Phellogen gebildet, auf das schon Vesque 1875 (S. 193) hinweist, und das aus rechteckigen, zartwandigen, tangential gestreckten, farblosen Zellen gebildet wird. Darunter liegen die kollateralen Gefäßbündel. Der Siebteil ist sehr wenig differenziert.

Im Holzteil haben wir nur wenige, kleinlumige Gefäße, die zerstreut im Holzprosenchym liegen. Der ganze Holzteil bildet einen fast geschlossenen Ring, der nur durchbrochen ist von den einreihigen grünen Markstrahlen.

Die Zellen der Markstrahlen sind radial gestreckt, fast rechteckig und gehen nach innen über in den schon beschriebenen Kollenchymring, der das Mark umschließt.

Die in diesem Ring liegenden Sklerenchymfasern haben dieselbe Eigenschaft wie die des Perizykels. Sie sind nur dünner als letztere.

Die sich von diesem Kollenchymring in das Mark erstreckenden Zellketten haben jetzt dickwandige, stark geporte und zum Teil mit Inhaltstoffen gefüllte Zellen.

Das Mark besteht jetzt aus riesigen, zartwandigen Zellen, die oft eine Ca-Oxalatdruse enthalten. Dieses weitmaschige Parenchym ist ebenso wie das Rindenparenchym von Interzellularen durchsetzt.

In der Aufsicht (Abb. 15) zeigt der Stengel in diesem Stadium eine Epidermis aus längsgestreckten Zellen mit teilweise knotig verdickten Wänden. Spaltöffnungen wurden nicht beobachtet.

Die erwähnten Sklerenchymfasern des Perizykels sind spindelförmig mit verschieden weitem Lumen (Abb. 16). Die Sklerenchymfasern des inneren Kollenchymringes haben dieselbe Gestalt, nur sind sie dünner als erstere. Die Untersuchungen von O. Drude (Engler-Prantl 1891, S. 34) konnten bestätigt werden, indem das Holz aus gleichmäßig (ohne scharfes Hervortreten der Jahresringe) vereinigten Spiral- und Netzfasertracheen und Tracheiden mit starker Hoftüpfelung besteht.

Die Gefäße zeigen oft eine leiterförmige Durchbrechung. Die Prosenchymzellen des Holzteiles zeigen eine spiralige Verdickung und haben Hoftüpfel.

Die riesigen Zellen des Markes sind meistens leiterartig übereinander angeordnet.

Mit zunehmendem Alter des Sproßteiles werden keine neuen Zellformen mehr gebildet. Durch das Wachstum des Sprosses erleiden die Zellverbände jetzt nur noch eine mehr oder weniger große Deformierung, so daß wir bei einem jetzt noch tiefer geführten Schnitt (etwa 10 cm unter der Spitze) folgendes Bild haben:

Auf dem Querschnitt ist die Cuticula unverändert dick. Die Schichten der Epidermis und Hypodermis werden schon tangential gedehnt. Die dünnwandigen polygonalen Zellen des Rindenparenchyms sind ebenfalls breitgedrückt und haben eine längliche, manchmal rechteckige Gestalt. Die bisher vorwiegend radialen Zellketten in dem Rindenparenchym sind dadurch seitlich zueinander verschoben und bekommen eine mehr tangentiale Richtung. Der grüne und der darunter liegende, aus Sklerenchymfasern bestehende Ring sind gesprengt. Das Phelloderm ist vierreihig geworden. Im Innern ist das typisch fünfzackige Sternbild des Markes noch erhalten.

Nach zwei Jahren beginnt das Aufreißen der epidermalen Schichten. Diese sind tiefbraun durch Korkeinlagerungen gefärbt. Das darunter liegende Rindenparenchym ist völlig zerquetscht und zerfetzt und ebenfalls teilweise braun gefärbt. Durch das Dickenwachstum sind die Reste des Sklerenchymringes noch weiter auseinandergezogen und mehr an die Peripherie des Sprosses gedrückt worden. Sie bilden dort nur noch graubraune Sklerenchymfaserbündel. Die weiter von Phellogen gebildeten braunen Korkzellen beherrschen jetzt das Rindenbild. Das zusammengepreßte deformierte Mark ist noch deutlich von dem schwach verholzten Kollenchymring umgeben. Im Mark sind noch Kristalle vorhanden.

Im Laufe der Jahre (nach etwa vier bis fünf Jahren) hat der Sproß die primäre Rinde völlig abgestoßen. Ab und an hängen noch einige der Sklerenchymfaserbündel an der Rinde, die jetzt nur noch aus dem Phelloderm gebildet

wird. Diese Sklerenchymreste bilden die silbergrauen Riffeln, die man mit bloßem Auge auf der sonst braunen Rinde sehen kann. Das Mark ist zu einem kleinen Fünfeck zusammengepreßt, aber immer noch von Ketten grüner Zellen durchzogen. Kristalle wurden nicht mehr festgestellt.

Der Zweig hat in den ersten Monaten seines Wachstums eine starke Behaarung, die im Laufe der Zeit immer dünner wird und nach ungefähr zweieinhalb Jahren völlig abgefallen ist.

Sein Haarkleid setzt sich im ersten Sommer aus Gliederzotten, einzellreihigen Haaren, Borstenhaaren, drüsigen Schildhaaren und Drüsenköpfchen zusammen. Später wird das Haarkleid einfacher und besteht aus Gliederzotten und verstreuten drüsigen Schildhaaren.

Phl.-HCl färbt das Xylem, die Sklerenchymfaserringe bzw. Sklerenchymnester rot.

Sud.-Glyc. färbt orange an: die Haare, Cuticula, das Phellogen und die Fetttropfen in der Zone zwischen Phellogen und Phloemring.

Jod bräunt die geporten Kettenzellen des Markes, aber nicht die Kettenzellen der Rindenzone. Die Cuticula wird braungelb wie beim Altblatt. Der Sklerenchymfaserring wird goldgelb.

Thionin H (0,2%ige wäßrige Lösung) (nach U. Weber 1937) färbt blauviolett (Reaktion auf Zellulose): Rindenparenchym, Markstrahlen, Phloem, Markparenchym; grün (Reaktion auf Holz): Xylem und Sklerenchymfasern.

Scharlach-R (0,5 g Scharlach-R in 100 ccm Chloralhydratlösung (5 T. Chloralydrat: 2 T. H_2O) gelöst und mit Ammoniak schwach alkalisch gemacht (nach U. Weber 1937): Rotfärbung der Cuticula und des Korkes.

Während der Sproß im Winter vollkommen stärkefrei ist, tritt zum Frühjahr (März) sehr viel Stärke (Jodjodkali) auf in: Mark, Markstrahlen, Endodermis, Kettenzellen des Rindenparenchyms und Hypodermis. Im Sommer verschwindet die Stärke vorübergehend, um im August in der Endodermis wieder aufzutreten.

Gerbstoff ($FeCl_3$) tritt im Winter besonders stark in der Endodermis, weniger in den Markstrahlen, in den Kettenzellen des Rindenparenchyms und in der Hypodermis auf. Im März ist der Gerbstoff aus dem Zellinhalt verschwunden; er ist nur noch inkrustiert in den Kettenzellen des Rindenparenchyms, in den Markstrahlen und in der Endodermis. Im Juli tritt der Gerbstoff nur in geringem Maße in den Markstrahlen auf, während er im August schon wieder in der Endodermis, in den Kettenzellen des Rindenparenchyms und zum Teil auch in den jüngsten Holzgefäßen auftritt.

Calciumoxalatdrusen befinden sich nur im Winter in den kleinlumigen Kettenzellen des Rindenparenchyms, wo sie bedeutend zahlreicher liegen als in den weitlumigen Zellen der Rinde und des Markes. Im Frühjahr und Sommer treten die Oxalatdrusen nur noch vereinzelt in den weitlumigen Zellen der Rinde und des Markes auf. Nach Grevillius und Kirchner 1923 nimmt der Zuckergehalt im Herbst und Winter ab und steigt zum Frühjahr wieder.

Unterirdischer Sproßteil (Abb. 17, 18).

Seine Bauart ist analog dem oberirdischen Sproß. Das Mark ist auf dem Querschnitt auch in der fünfeckigen Form vorhanden. Ebenfalls sind die Markstrahlen einzellreihig. Sie sind hier allerdings chlorophyllfrei, aber doch stärkereich. Der Holzteil unterscheidet sich vom oberirdischen durch verschieden zahlreich eingestreute Sekretzellen (Abb. 17, 18), die ganz mit Harz gefüllt sind. Dieses Harz dringt vielfach auch in die Nachbarzellen ein, so daß

dadurch ganze Zellkomplexe mit Harz angefüllt erscheinen. Dieses Harz ist von hellgelber, intensiver Farbe und fällt dadurch schon ohne Anfärbung bei Schnitten aus frischen Pflanzenteilen auf. In der getrockneten Droge dunkelt das Harz stark nach, so daß es dann auf solchen Schnitten nur sehr schwer und nur nach Anfärbung mit Sud-Glyc. zu erkennen ist.

Das Harz färbt sich mit Phl.-HCl blutrot, während sich die Holzelemente rot-violett färben. Diese blutrote Farbe bleibt noch lange erhalten, wenn die Holzelemente schon längst ihre rot-violette Färbung verloren haben.

Bei erkrankten oder verletzten Stellen des Holzes tritt dieses Harz besonders häufig in den Zellen auf. Die harzhaltigen Zellen sind an diesen Stellen häufig tangential gestreckt und unterscheiden sich im Querschnitt durch diese Form schon von den sie umgebenden anderen Holzzellen.

Laubblatt (Abb. 20).

Die Anatomie des Laubblattes ist schon mehrfach Gegenstand von Untersuchungen gewesen, in letzter Zeit von Braun 1933.

Die Oberseite des Blattes zeigt nur eine spärliche Behaarung von drüsigen Schildhaaren und Gliederzotten. Fast kahl ist die Oberseite der alten schon einmal überwinterten Blätter.

In der Aufsicht sind die Zellen der Epidermis länglich, wellig buchtig, ohne eine besondere Wandverdickung. Über den Blattnerven sind die Zellen stark längsgestreckt und glattwandig. Spaltöffnungen fehlen hier völlig. Diese befinden sich nur auf der Blattunterseite. Sie liegen hier gehäuft am Blattrand und ragen mit ihren Schließzellen erhaben über die Epidermis hinaus. Die beiden Schließzellen sind chlorophyllhaltig und von vier bis fünf farblosen Nachbarzellen umgeben. Die Epidermiszellen der Blattunterseite gleichen in ihrer Form und Größe denen der Oberseite. Die Unterseite zeigt im Gegensatz zur Oberseite eine sehr starke Behaarung. Dieser Haarfilz setzt sich zusammen vornehmlich aus Gliederzotten, ferner aus Borstenhaaren, drüsigen Schildhaaren und Drüsenköpfchen.

Der Querschnitt des bifacialen Blattes (Abb. 20) zeigt makroskopisch eine Schmetterlingsform. Die Epidermis der Blattoberseite ist von einer starken Cuticula überzogen. Die Epidermiszellen selber haben nach außen besonders verdickte Wände. Diese äußere Wandverdickung ist oft stärker, als das Zellumen breit ist. Die Epidermiszellen enthalten teilweise Chlorophyll.

Darunter liegt das aus Palisadengewebe, Schwammparenchym und Blattnerven bestehende Mesophyll. Die Palisadenschicht nimmt die Hälfte des Mesophylls ein. Ihre Zellen sind rechteckig, stark chlorophyllhaltig und liegen in drei bis vier Schichten. Die von anderen Forschern (Braun) angegebene fünf- bis sechsreihige Palisadenschicht konnte nicht festgestellt werden.

Das Schwammparenchym besteht aus weitlumigen, oft zerrissenen Zellen ohne Chlorophyll und aus kleinen dickwandigen Zellen, die immer chlorophyllhaltig sind. Letztere liegen kettenartig aneinander, oft auch allein, und durchziehen so in mehr oder weniger langen Strängen netzartig das Schwammparenchym. Durch das erwähnte Zerreißen der großen Zellen entstehen mächtige Zellräume neben den früher angelegten Interzellularräumen. Die an die unterste Palisadenschicht grenzende Zellreihe des Schwammparenchyms hat oft palisadenähnliches Aussehen, wodurch der Übergang der beiden Gewebe

undeutlich wird. Eine scharfe Trennung ist nur möglich durch das oft dichte Vorhandensein von Fettkügelchen in der untersten Palisadenreihe.

Vor der unteren Epidermis liegt eine einzellreihige Hypodermis, deren Zellen wie die der Epidermis stark langgestreckt sind. Die Zellen der unteren Epidermis zeigen im Gegensatz zu denen der Oberseite keine besonders verdickte Außenwand. Ebenfalls ist die Cuticula nicht so dick wie die der Oberseite.

An die Gefäßbündel grenzt zur Blattoberseite hin eine dichte, oft mehrschichtige Sklerenchymfaserschicht. Zur Blattunterseite hin wird der Nerv ebenfalls von Sklerenchymzellen umgeben. Diese liegen häufig in einer geschlossenen zwei- bis dreizelligen Schicht, die oft an die obere Sklerenchymschicht anschließt, so daß besonders bei jüngeren Blättern ein geschlossener Sklerenchymring um den Blattnerv liegt. Bei alten Blättern ist diese untere Schicht allerdings nicht mehr geschlossen, sondern die Zellen liegen hier zu Nestern vereinigt. Diese einzelnen Nester werden dann durch viele verschieden große Kollenchymzellen verbunden. Diese Kollenchymzellen erstrecken sich auch nach unten oft kettenartig bis tief in das Schwammparenchym hinein.

Alle Sklerenchymfasern zeigen dieselbe starke Lichtbrechung wie die des Sklerenchymfaserringes um den Zentralzylinder des Jungsprosses. Das ganze Gefäßbündel mit seinen Sklerenchymfasern wird zum übrigen Gewebe hin abgeschlossen durch eine mehr oder weniger lückenlose Endodermis. Der Gefäßbündelstrang wird nach der Blattoberseite zu außerdem noch von einer Schicht kollenchymatisch verdickter Parenchymzellen umgeben, die bis zur oberen Epidermis reichen.

Mit Phl.-HCl färben sich die Sklerenchymfasern und das Xylem wie beim Sproß rot.

Mit Sud.-Glyc. färben sich die Cuticula, alle Haare und die Fettkügelchen in der untersten Palisadenreihe orange.

Mit Jod färbt sich die Cuticula des Altblattes goldgelb im Gegensatz zu der des Jungblattes, die keinerlei Färbung zeigt.

Im Winter befindet sich im Blatt nur wenig Stärke im Phloem. Im Frühjahr tritt viel Stärke auf in der Stärkescheide (Endodermis), in den Kettenzellen und in Palisadenzellen. Im Sommer ist die Stärke nur spurenweise in der Endodermis vorhanden, während sie im Hochsommer die Endodermis wieder ganz anfüllt und teilweise auch in der Hypodermis auftritt.

Der Gerbstoff ist im Winter und Frühjahr unregelmäßig in den Kettenzellen verteilt. Im Sommer und Herbst enthalten die Zellen des Schwammparenchyms und des Palisadengewebes den Gerbstoff.

Fettes Öl wurde lediglich in den Palisadenzellen im Sommer (Juli) und Winter (Dezember) festgestellt.

Calciumoxalatdrusen befanden sich vereinzelt nur in den weitlumigen Zellen des Schwammparenchyms während der ganzen Jahreszeit gleichmäßig verteilt.

Blattschuppen.

1. Deckschuppe der vegetativen Knospe.
2. Schuppen der floralen Knospe.

1. *Deckschuppe der vegetativen Knospe* (Abb. 21).

Die Außenseite hat am Blattrand nur Borstenhaare und Gliederzotten, in der Mitte dagegen sind Drüsenköpfchen, drüsige Schildhaare, seltener auch Borstenhaare und Gliederzotten vorhanden.

Die Epidermiszellen bestehen — in der Aufsicht — im oberen Teil aus wellig gebuchteten, polygonalen, dickwandigen Zellen. Zur Schuppenbasis hin zeigen diese eine Längsstreckung, behalten aber dieselbe Zellwanddicke.

Auf der Innenseite (Abb. 21) ist die Schuppe unbehaart.

Die Epidermis besteht — in der Aufsicht — aus längsgestreckten Zellen, deren Wände ungleich verdickt sind und oft zapfenartige Ausstülpungen in ihr Zellumen treiben.

Der Querschnitt zeigt auf der Innenseite rundliche Epidermiszellen mit einer verdickten Außenwand; darunter liegt eine mehrreihige, stark lückenhafte, nur schwach verholzte Sklerenchymzellschicht. Ihre Zellen sind unregelmäßig gebaut.

Das Schwammparenchym zeigt weiter im Gegensatz zur Vor- und Deckschuppe selten Interzellularräume. Auch sind seine Zellen selbst oft unregelmäßig verdickt und grenzen ohne Hypodermis unmittelbar an die Epidermis.

Diese Epidermis der Außenseite ist wie die der Innenseite nur schwach verkorkt.

2. *Schuppen der floralen Knospe.*

Deck- und Vorschuppe (Abb. 9E).

Die Deck- und Vorschuppe sind anatomisch gleich gebaut.

Auf der Außenseite sind sie stark behaart. Es finden sich Borstenhaare, Gliederzotten, drüsige Schildhaare und Drüsenköpfchen regellos über die ganze Oberfläche verteilt. Die Epidermiszellen haben knotig verdickte Wände, wodurch das Zellumen in der Aufsicht zackig unregelmäßig erscheint.

In der Aufsicht besteht die Hypodermis aus fast rechteckigen Zellen mit geporten Wänden. Deutlich sieht man an ihnen die Zellwandschichtung. Die sekundären Anlagerungen sind gelblich gefärbt gegenüber der farblosen Mittellamelle und der Primärwand.

Die Innenseite der Schuppen trägt wenig Haarformen. Die ganze Blattfläche ist dicht mit Borstenhaaren besetzt. Drüsige Schildhaare finden sich nur selten, und dann auch nur auf der Blattmitte.

Die Epidermiszellen der Innenseite der Schuppen sind in den oberen zwei Dritteln der Schuppe stark buchtig, polygonal und haben gleichmäßig verdickte Wände. Zur Schuppenbasis hin werden sie längsgestreckt und fast rechteckig. Hier sind die Zellwände ebenfalls schwach knotig verdickt. Oft ragt solch ein Knoten höckerartig in das Lumen der Zelle hinein.

Der Querschnitt zeigt auf der ganzen innenseitigen Blattfläche eine Epidermis, deren Zellen stark tangential gestreckt, englumig und dickwandig sind. Unter ihr liegt eine zweireihige geschlossene Sklerenchymfaserschicht, die aber bei der Vorschuppe meistens nur einreihig ist. Daran schließt ein mehr oder weniger zerrissenes, interzellularreiches Parenchym.

Das normal gebaute Gefäßbündel liegt unmittelbar unter diesem Sklerenchympanzer. Es ist aber im Gegensatz zum Laubblatt nicht auch noch seitlich von Sklerenchymzellen umgeben.

Die Epidermis der Außenseite ist mit einer sehr dicken Cuticula bedeckt und hat stark tangential gestreckte, dickwandige, englumige Zellen. Die Hypodermis besteht aus tangential gestreckten Zellen, die aber weitlumiger sind. Von der Hypodermis durchziehen — auf dem Querschnitt — rundliche, verdickte Zellen kettenartig das ganze Parenchym. Diese Zellen sind im Gegensatz

zu den Sklerenchymfasern nicht verholzt. Sie legen sich halbkranzförmig um das Xylem.

Sud.-Glyc.: Epidermis und Cuticula orange (Korkeinlagerung in der Epidermis).

Seitenschuppe (Abb. 22, 23).

Die beiden Epidermen bestehen in der Aufsicht aus kleinen dünnwandigen, polygonalen Zellen.

Auf der Innenseite ist die Schuppe unbehaart. Die Außenseite (Abb. 22) dagegen hat drüsige Schildhaare und Drüsenköpfchen entlang dem Mittelnerv. Am Rande befinden sich außerdem noch Gliederzotten. Über die ganze Fläche verteilt sitzen die Keulenhaare (Abb. 23).

Blütenstand und Fruchtstand.

Achse des Blütenstandes.

Der Blütenstand von Ledum pal. ist bisher von keiner Seite eingehend bearbeitet worden.

Die Epidermiszellen der Blütenstandsachse unterscheiden sich nicht von denen des Blütenstiels. Sie haben eine ebenfalls gleichgebaute Cuticula.

Die Behaarung der Hauptachse besteht aus vielen drüsigen Schildhaaren, wenigen Gliederzotten, Drüsenköpfchen und Borstenhaaren.

Auf dem Querschnitt ergibt sich folgendes Bild: Die Zellen der Epidermis sind rund, teils mit Chlorophyll angefüllt und haben nach außen stark verdickte Wände. Es fehlt eine geschlossene Hypodermis. Weiter nach innen zu liegt die Rindenzone, die aus einem großlumigen, zerrissenen Parenchym besteht, in das kleinere chlorophyllhaltige Zellen eingestreut sind, die oft einen geschlossenen Ring bilden (Endodermis). Unter dieser Endodermis liegt ein Perizykel aus zwei bis vier Schichten von weitlumigen Sklerenchymfasern in der Höhe der Kambiumzone. Der Holzteil geht zum Mark hin langsam in kollenchymartige Zellen über. Diese schließen an das schwammige Mark an, das dicht von inhaltsreichen, dickwandigen und polygonalen Zellen kettenartig regelmäßig durchzogen wird. Das Mark der Achse zeigt auf dem Querschnitt das Bild eines fünfzackigen Sterns.

Mit Phl.-HCl tritt eine Färbung des Xylems und der Sklerenchymfasern auf, während das Mark hier immer unverholzt bleibt.

Bei der Kapselreife tritt nur eine leichte Verholzung der kollenchymatischen Markzellen ein.

Mit Sud.-Glyc. färben sich die Haare und die Cuticula.

Mit Jod färben sich die Sklerenchymzellen goldbraun. Stärke ist nicht vorhanden.

Bei der Kapselreife tritt eine starke tangentiale Streckung und Korkeinlagerung der Epidermiszellen auf. Ein besonderes Phellogen wird nicht gebildet.

Blütenstiel.

Der Stiel ist mit vielen Drüsenköpfchen, wenigen drüsigen Schildhaaren und vielen Borstenhaaren besetzt.

Die Aufsicht zeigt eine stark längsgerunzelte Cuticula, die besonders auf den Rändern der längsgefurchten Epidermis verdickt ist.

Aus dieser Epidermis stülpen sich ähnlich wie beim Filament kurze Borstenhaare, die hier aber wieder pfriemartig sind.

Ein Querschnitt dicht unter der Kelchbasis zeigt folgendes Bild:

Die Epidermiszellen sind stark polygonal und haben noch keine besonders verdickten Wände. Sie sind teilweise mit Chlorophyll angefüllt wie das darunter liegende homogene Rindenparenchym. Dieses besteht ebenfalls aus polygonalen Zellen, wie das gleichgebaute Mark.

Das Phloem ist kaum differenziert. Nur das Xylem zeigt verholzte Gefäße. Es sind keine Sklerenchymfasern vorhanden.

Der mittlere und untere Querschnitt ergibt ein ähnliches Bild wie beim Sproß.

Die Epidermis ist von einer ungleichmäßig dicken Cuticula bedeckt. Ihre Zellen haben nach außen stark verdickte Wände.

Unter der Epidermis liegt eine Hypodermis, die aus zwei Reihen kollenchymatischer Zellen besteht. Teilweise sind die Epidermis- und Kollenchymzellen mit Chlorophyll angefüllt. Von der Hypodermis aus ziehen sich kettenförmig durch das großzellige Rindenparenchym bis an das Phloem kleine, chlorophyllhaltige, polygonale Zellen. Hier legen sie sich in einem mehr oder weniger dicken Ring (Endodermis) um das Phloem und sind oft mit viel Stärke angefüllt. Zwischen dem Phloem und diesem Ring liegen auffallend nesterartig tangentialgestreckte Zellen voller Inhaltsstoffe. Die Gefäßbündel (Spiralgefäße enthaltend) werden vom Mark durch einen Ring verholzter Zellen getrennt. Das Mark ist rund und besteht aus kleinen, polygonalen, inhaltsreichen Zellen und den schwammartigen, großlumigen Zellen. Im Mark und in der Rinde sind nur wenig Interzellularen. Die großlumigen Zellen des Markes und der Rinde enthalten oft Ca-Oxalatdrusen.

Mit Phl.-HCl färbt sich das Xylem rot. Später zur Zeit der Kapselreife ist das Mark auch verholzt.

Mit Jod tritt eine Blaufärbung der kleinlumigen Zellen der Rinde um den Zentralzylinder ein. Die Sklerenchymfasern werden goldbraun gefärbt.

Mit Sud.-Glyc. tritt eine Orangefärbung der Cuticula und der Haare ein. Später bei der Verkorkung färbt sich das ganze Rindengewebe und das Phellogen zwischen Phloem und Sklerenchymfaserring goldgelb. Ebenso färbt sich eine zweite Schicht zwischen dem Holz und dem Phloem, so daß die Siebgefäße wie zwischen zwei Korkringen liegen.

Nach der Blütezeit tritt mit der Entwicklung der Frucht eine Verstärkung aller Zellwände des Stengels auf, so daß später, wenn der Stengel die fertige Frucht trägt, sich die Zellen des Markes und der Rinde nicht mehr von den Sklerenchymringen auf dem Querschnitt unterscheiden.

Kelch (Abb. 24).

Der Kelch ist außen dicht behaart. Sein Haarkleid besteht aus Borstenhaaren, einzelligen Drüsenhaaren (selten), drüsigen Schildhaaren, Drüsenköpfchen und einfachen, einzellreihigen Haaren in Zwillingsform.

Die äußere Epidermis (Abb. 24) ist papillös und von einer starken Cuticula überzogen. Diese Papillen wachsen oft zu Borstenhaaren und einzelligen Drüsenhaaren aus. Die Zellen haben vom Kelchrand zur Basis hin — in der Aufsicht — mehr und mehr knotig verdickte Wände.

Innen zeigt der Kelch keine Behaarung.

Die Epidermis der Innenseite ist wellig-buchtig wie beim Laubblatt.

In der ruhenden Knospe sind die Blumenkronblätter auf beiden Seiten unbehaart und glattwandig. Sie haben noch keine Spaltöffnungen.

Kurz vor dem Aufblühen sind die Zellen der Epidermis der Blattoberseite — in der Aufsicht — überall gleichmäßig gewellt, buchtig, bis auf das untere Drittel. Schon in der Blattmitte sind die Epidermiszellen papillös und mit einer zahnradartig gesägten Cuticula überzogen. Im unteren Blattdrittel sind die Randepidermiszellen langgestreckt und mit glatter Cuticula versehen. Auch die übrigen Epidermiszellen der Blattbasis sind langgestreckt, dickwandig und oft kaum gebuchtet. Die Epidermiszellen des ganzen Blattes zeigen eine sekundäre Wandverdickung, die besonders bei den Zellen der Blattbasis ausgeprägt ist.

Alle Zellen des Parenchyms enthalten viele farblose Plastiden.

In diesem Aufblühstadium hat die Oberseite noch keine Behaarung.

Die Blattunterseite dagegen trägt jetzt schon drüsige Schildhaare und Borstenhaare.

Die drüsigen Schildhaare befinden sich überwiegend in der Nähe des Mediannervs, während die Borstenhaare die ganze Breite der Basis überziehen.

Die Epidermiszellen haben eine starke Apposition und sind auch sonst gleich denen der Blattoberseite gebaut. Sie unterscheiden sich von diesen nur dadurch, daß sie niemals papillöse Ausstülpungen haben.

Auf der Blattunterseite befinden sich zahlreiche Spaltöffnungen. Ihre beiden Schließzellen sind schwach ausgebildet und von vier Nebenzellen umgeben.

Die Cuticula ist über den vier Nebenzellen und an der Blattspitze nur sehr schwach ausgebildet. Sie ist längsgestreift. Nur an der Blattspitze verläuft die Faltung parallel zu den Epidermiszellwänden.

Blumenkronblatt der geöffneten Blüte (Abb. 25—28).

Die Blattoberseite trägt Borstenhaare, welche nur in den beiden unteren Dritteln des Blattes sitzen. Fernerhin befinden sich einfache, einzellreihige Haare am Blattrand des mittleren Drittels.

Die Cuticula — in der Aufsicht — ist stark gewellt. Ihre Streifung verläuft am Blattrand parallel zu den Epidermiszellwänden. Zur Mitte hin ist die Cuticula in Richtung der Längsachse des Blattes gefurcht. Über den papillösen Zellen ist sie feingesägt.

Die Epidermiszellen sind besonders am Blattrande stark papillös, wodurch sie dem Blattrand ein leicht höckriges Aussehen geben. Die Zellen sind welligbuchtig, mit Ausnahme an der Blattbasis, wo sie mehr längsgestreckt laufen.

Auf der Blattunterseite ist die Cuticula ebenfalls stark gefurcht. Diese Streifung verläuft an der Blattbasis in Richtung der Längsachse des Blattes. Zur Spitze ist sie mehr parallel den einzelnen Epidermiszellwänden gestreift.

Die Epidermiszellen sind hier nicht papillös ausgebildet. Sie zeigen unregelmäßige Wandverdickungen. Ihre Form ist wellig-buchtig; am Blattrande und zur Blattbasis hin wird die Zellform immer gestreckter. Am Blattgrund sind die Zellen dann fast rechteckig.

Da die Epidermiszellen der beiden Blattseiten beim ausgewachsenen Blütenblatt nur noch halb so dicke Membranen haben wie zur Knospenzeit,

wird wahrscheinlich beim Einsetzen der Streckung der Zellen die Appositionssubstanz teilweise abgebaut und zur Intussusception verwandt.

Spaltöffnungen befinden sich, wie schon gesagt, nur auf der Blattunterseite und sind hier über die ganze Blattfläche verstreut. Sie liegen etwas erhaben über der Blattfläche und sind manchmal durch die Cuticulaschrumpfung deformiert.

Auf der Blattunterseite befinden sich außer den oben erwähnten Haaren auch noch drüsige Schildhaare. Sie sind im Gegensatz zu den anderen Haaren über die ganze Blattfläche verteilt.

Ein Teil der Borstenhaare hat hier ausnahmsweise ein langes, peitschenartiges Aussehen. Das Haar bleibt aber einzellig und ist mit einer weißkörnigen Substanz angefüllt (Abb. 27).

Im ganzen Blumenkronblatt befinden sich keine Ca-Oxalatkristalle.

Auf der Blattunterseite liegt manchmal bei getrockneten Blüten das verharzte ätherische Öl in den Falten der Cuticula.

Mit konzentrierter Salzsäure und konzentriertem Ammoniak färben sich die frischen und die getrockneten Blumenkronblätter intensiv gelb (Flavon).

Staubblatt (Abb. 29 bis 32).

Das im Knospenstadium (Abb. 29) noch S-förmig gekrümmte Filament ist nur wenig behaart. Seine Epidermis ist stark längsgefurcht und mit einer leicht längsgestreiften Cuticula überzogen.

Beim ausgewachsenen Filament ist die Cuticula — in der Aufsicht — stark längsgefurcht. Diese Furchung verläuft parallel den schwach welligen Längswänden der Epidermiszellen. Diese Längswände der Epidermiszellen sind oberhalb der zwiebelartigen Basalverdickung des Filaments derart verstärkt, daß sie miteinander durchgehende Verstärkungsleisten bilden. Hierdurch erscheint die Epidermis selbst schon stark längsgefurcht. Die Cuticula ist auf diesen hervorgewölbten Streifen der Epidermis besonders dick. Auf diesen Verdickungen der Epidermis sitzen Borstenhaare (Abb. 32). Diese sind hier häufig platt (schwertartig), und nicht wie sonst pfriemartig. Ganz selten wurden am Filament auch außer diesen Borstenhaaren drüsige Schildhaare festgestellt.

Auf der zwiebelartigen Filamentbasis ist die Cuticulafurchung plötzlich wellig-quer, obwohl die Epidermiszellen weiterhin längsgestreckt sind.

Die Cuticula der Anthere ist quer zu ihrer Längsachse schwach wellig gefurcht. Besonders deutlich bildet sich die Furchung über der Öffnungsstelle der Theken zur Zeit der Pollenreife. Sie hebt sich dadurch deutlich von der darum liegenden verstärkten, fast glatten Cuticula ab. Die Anthere ist unbehaart. Ihre Epidermis besteht aus rechteckigen Zellen mit knotig verdickten Wänden. Diese Zellen erstrecken sich quer zur Längsrichtung der Anthere. Die beiden Pollenfächer einer Theke, deren Scheidewand sich kurz vor der Reife auflöst, treten äußerlich nicht sehr stark hervor und öffnen sich am Scheitel durch ein gemeinsames, ovales Loch, indem bei Beginn der Pollenreife eine Schrumpfung und Auflösung des Gewebes an der Öffnungsstelle der Antherenhälfte stattfindet. Hier wird das dichte, schwammartige, subepidermale Gewebe, das dicht mit Stärke angefüllt ist und aus polygonalen Zellen besteht, langsam von innen heraus aufgelöst, so daß bis kurz vor der Blütenöffnung nur noch die Epidermis mit der dünnen Cuticula als feines, eingesunkenes Häutchen die

Öffnungsstelle der reifen Theken verdeckt. Im Innern um die Austrittsstelle der Pollen herum sind die Randzellen längsgestreckt. Zu ihrer Versteifung haben sie besonders dicke Wände und sind unregelmäßig parkettmusterartig angeordnet. Die Bildung eines Endotheciums konnte nicht beobachtet werden; dagegen scheint die Epidermis die Funktion des Exotheciums übernommen zu haben.

Manchmal reißt die Epidermis schon vor der Blütenöffnung auf, und so findet manchmal in der Knospe eine Selbstbestäubung statt.

Die trockenen Pollenkörner, 30—35 μ groß, werden als glatte Tetraden aus der Anthere herausgestreut (Abb. 30, 31).

Die Entwicklung der Anthere und des Pollens geht im Laufe eines Jahres folgendermaßen vor sich:

Die Anthere krümmt sich früh ein, so daß sie Anfang Juli schon ihre fertige Lage hat. Die Oberseite der Antherenanlage entwickelt sich kaum weiter, während die Unterseite stark weiter wächst. In der Mitte verbleibt allerdings eine schmale Zone im Wachstum zurück, während die beiden Flanken erst rund, dann länglich wulstartig zu den beiden Theken auswachsen, die Ende Juli schon fast ihre ausgewachsene Größe haben.

Die Theken ragen bei der jüngeren Anthere höckerartig über die Konnektivspitze hinaus. Mit der Ausbildung der Pollenöffnungsstellen flachen sich die Höcker langsam ab, um bei der Ausstoßung der Pollen meistens schon völlig verschwunden zu sein. Wahrscheinlich ist dieses Absinken der Höcker auch mitbedingt durch den allgemeinen Schrumpfungs- und Resorptionsvorgang bei der Lochbildung.

In der Anthere hat die Archespore schon im Herbst ihre Ausbildung begonnen, so daß dann schon entwickelte Pollentetraden vorhanden waren. Nach Samuelsson 1913 sind diese Pollenkörner um diese Jahreszeit noch einkörnig. Auch ist die generative Zelle noch ungeteilt. Die Tetradenteilung der Pollenmutterzelle ist in ihrer Entwicklung in derselben Blüte schon weiter als diejenige der Embryosackmutterzelle.

Die ganze Anthere färbt sich mit Jod tiefblau-schwarz (Stärke), schon makroskopisch erkennbar im Drogenpulver. Die Filamente bleiben ungefärbt. Mit konzentrierter Salzsäure und Ammoniak färben sich die Filamente und die Antheren intensiv gelb (Flavone).

Mit Sud.-Glyc. färben sich die Haare und die Cuticula dunkler als bei der Korolle. Verholzungen sind nicht vorhanden (Phl.-HCl).

Griffel (Abb. 33).

Der Griffel ist außen unbehaart. Seine Epidermis besteht — in der Aufsicht — aus längsgestreckten, rechteckigen Zellen, die von einer stark längsgerunzelten Cuticula überzogen sind.

Im Längsschnitt zeigt der Griffel einen Kanal, der von einer Epidermis bekleidet ist. Diese Epidermis besteht aus längsgestreckten Zellen, die mehr oder weniger papillöse Ausstülpungen haben. Diese Papillen wachsen oft unter der Narbe zu Haaren (einzelligen Zotten) aus. Sie füllen zur Zeit der Pollenreife häufig den ganzen Kanal aus und hängen strähnig über dem Griffelrand. Diese nur hier vorkommenden Haare sind dickwandig und meistens mit einem gelben, körnigen Inhalt angefüllt. Sie sind platt und vielfach korkenzieherartig gedreht. Sie gleichen am meisten den oben beschriebenen Gliederzotten.

Der Querschnitt des Kanals (Abb. 33) ist ein fünfzackiger Stern, dessen Zacken unregelmäßig peripher gebogen sind. Der Griffel zeigt von außen nach innen eine Epidermis aus runden Zellen mit einer dick aufgelegten, geriffelten Cuticula. Darunter liegt ein dreizellreihiges, lückenloses Parenchym, dessen Zellen tangential gestreckt sind, bedeutend größer als die Epidermiszellen und voll von Inhaltstoffen sind. Darauf folgen die fünf Zapfen der Plazentenwucherungen, die sich durch ein sehr dichtes, meistens kleinzelliges Gewebe vom Griffelparenchym unterscheiden. Ihre Zellen sind radial gestreckt und z. T. mit Stärke gefüllt.

Die in der Morphologie erwähnten Plazentennarben wurden in der Knospe Anfang Juli noch nicht beobachtet. Sie traten erst Ende Juli, Anfang August auf. Um diese Zeit schieben sich die Plazentenwucherungen durch den Griffel wie fünf Leisten, deren noch kleine Spitzen rundlich eben über den glatten, ungelappten Griffelrand reichen.

Fruchtknoten (Abb. 9 C, 34).

Der Fruchtknoten ist außen bis auf das untere Drittel dicht mit drüsigen Schildhaaren und Borstenhaaren besetzt. Zwischen dem behaarten oberen und dem unbehaarten Basalteil liegt ein Kranz nur von Borstenhaaren, der sich wimperartig herumlegt. Die Borstenhaare haben hier eine längsgefurchte Cuticula und sind mit Luft gefüllt.

Die äußere Epidermis ist — in der Aufsicht — verhältnismäßig kleinzellig. Ihre polygonalen Zellen sind zur Blütezeit dünnwandig und schließen lückenlos aneinander. Erst zur Fruchtreife werden die Wände verdickt und geport, indem die primäre Zellwand aufgelöst wird und die sekundären Verdickungen kastenförmig stehen bleiben.

Die innere Epidermis (Abb. 34) ist unbehaart. In der Aufsicht sind ihre Zellen lang, spindelförmig und stehen im rechten Winkel zu den Gefäßen, welche dicht unter ihnen verlaufen und von einer Menge kleiner Einzelkristalle begleitet werden. Diese Kristalle liegen oft kettenförmig in den Parenchymzellen und häufig zu mehreren in einer Zelle.

Im August ist in der neuangelegten Blütenknospe schon ein Gynäceum entwickelt mit deutlicher Plazentabildung, an der die Samenanlagen als kurze Höcker überwintern. Nach Samuelsson 1913 ist in dieser Zeit die Tetradenteilung in der Samenanlage noch nicht eingetreten. Der normal entwickelte Embryosack wird unmittelbar von dem einzigen stark entwickelten Integument und der Raphe umgeben, deren innerste Schicht in der Regel ein deutlich marktiertes Tapetum darstellt. Die Mikropyle ist sehr klein. Der Embryosack ist ebenfalls sehr klein und schmal. Der Eiapparat befindet sich in einer Erweiterung oberhalb der Tapetenzone. Es sind stark entwickelte Endospermhaustorien vorhanden, welche durch Ausstülpung mehrerer Endospermzellen entstehen, und die bei der Samenreife zu rotbraunen Resten (Abb. 10) degenerieren. Die Reservestoffe des gelblichen Endosperms und des Embryos bestehen im Frühstadium hauptsächlich aus Stärke, später aus Proteinkörnern und fetten Ölen.

In der offenen Blüte ist Ende Mai die Plazenta als Doppellamelle angelähnlich am Mittelsäulchen so befestigt, daß ihr freistehender Zapfen zum Blütenboden hinweist. An ihr befinden sich die dichtgedrängten, teils anatropen, teils kampylotropen (nach Hegi: heterotropen) Samenanlagen.

Die grüne Frucht zeigt im August schon die Samen mit hakenförmiger Spitze. Das Mikropylhaustorium zieht sich noch in seiner ganzen Länge hellgelb bis zur Ansatzstelle der Plazenta. Kurz vor seiner Vereinigung mit dem Endosperm zeigt es eine goldbraune Zone.

Das gelbe Endosperm hängt nur mit einer Längsseite an dem Integument, das ganz oder teilweise mit Luft angefüllt ist. Das Endosperm ist deutlich mit wabenartigen Zellen gefüllt und von einer sehr dünnen netzartigen Haut umgeben, deren Zellen quer zu dem Integument verlaufen. Diese netzartige Haut stellt eine Art Tegmen dar. Es ist die äußerste Schicht des Nucellus, die bis zur Keimung verbleibt und das Endosperm nach außen schützend dicht abschließt, da das Integument mit seiner einschichtigen und interzellularreichen Zellschicht nicht in der Lage ist, das Endosperm nach außen völlig abzuschließen.

Das Integument ist zu dieser Zeit noch nicht zur Samenschale ausgewachsen, obwohl es schon schwache Verholzung zeigt (Phl.-HCl). Seine Zellen hängen noch locker zusammen. Sie sind stark geport und von Interzellularen unterbrochen. Erst bei der weiteren Reife und Streckung des Samens legen sich die Zellen der später verholzten Samenschale fester aneinander aber lassen auch beim reifen Samen noch Interzellularen bestehen. Bei der Keimung erweitern sich diese Interzellularen durch die Quellung zu ihrer ursprünglichen Größe.

Der ausgebildete Same besitzt keine Cuticula (Färbung mit Sud.-Glyc. negativ).

Frucht (Abb. 9 A, B, 35, 36).

Bei der reifen Frucht besteht die innere Epidermis — auf dem Querschnitt (Abb. 35) — aus dünnwandigen, spindelförmigen Zellen, die ineinandergeschoben sind. Die Epidermis ist oft zerrissen.

Darunter liegt eine mehrzellige Schicht von Steinzellen. Diese Schicht zeigt nach außen eine meist zweireihige Lage langgestreckter Zellen. Die darunter liegende Schicht von Steinzellen verläuft senkrecht zu diesen. Die Reihe dieser palisadenartigen, eckigen Zellen wird vielfach durchbrochen von Gruppen rundlicherer Steinzellen. Bei den drei Formen der Steinzellen schwankt das Lumen sehr in seiner Größe. Bei allen ist eine deutliche Schichtung der Wände zu erkennen; sie sind stark verholzt.

Zwischen dieser Schicht und der äußeren Epidermis liegt das homogene Parenchym, das von großen Interzellularen durchzogen wird. In der Nähe der oben erwähnten Steinzellschicht sind diese Parenchymzellen oft abgeplattet und tangential gestreckt.

Die Zellen der äußeren Epidermis sind rundlich polygonal und mit einer starken Cuticula überzogen.

Das Parenchym und die Epidermis zeigen mit Sud.-Glyc. eine goldbraune Färbung (Verkorkung).

Mit Jodjodkali färben sich die Steinzellen goldbraun. In der Aufsicht scheinen die so gefärbten Zellen beim Bewegen der Mikrometerschraube wie Wellen durcheinander zu laufen. Dieses durch Lichtreflexe bedingte Bild ist besonders charakteristisch für die innere Fruchtwand. Es ist ein typisches Merkmal für die gepulverte Droge, da in der Handelsware immer reife Fruchtkapseln als Verunreinigung festgestellt wurden.

In der Aufsicht zeigen die Scheidewände der Frucht (Abb. 36) und die innere Epidermis, wie schon beim Gynäceum erwähnt, die spindelförmigen Zellen. Diese sind regellos ineinander geschoben.

Die darunter liegende Steinzellschicht zeigt stark knotig verdickte Wände, bei denen eine charakteristische Zapfenbildung auffällt. Durch besonders starkes Wachsen eines solchen Zapfens kann eine Zelle noch einmal geteilt werden. Diese sekundären Wände sind aber deutlich von den anderen durch das Fehlen der sonst deutlich sichtbaren Mittellamelle zu unterscheiden.

Achse der Fruchtkapsel (Mittelsäulchen).

Im Querschnitt zeigt die Achse eine verholzte Epidermis aus länglichen bis rundlichen, tangential gestreckten, verschieden dickwandigen Zellen.

Darüber liegt eine unregelmäßig verdickte Cuticula.

Die fünf vorhandenen Gefäßbündel liegen dicht unter der Epidermis.

Das ganze übrige homogene Gewebe stellt ein Mark dar. Es besteht aus kollenchymatischen, stark verholzten Zellen. Die Zellwände sind deutlich geport. Die Zellen sind mit einem gelben Inhalt gefüllt.

Die Epidermis und die subepidermalen Schichten zeigen starke Einlagerungen von Gerbstoff. Weiter zum Innern der Achse hin zeigen nur noch die Zellamelle und die Interzellularen eine Anhäufung von Gerbstoff.

Keimversuch.

Über die Keimverhältnisse von Ledum pal. liegt lediglich eine kurze Notiz von Kinzel 1915 vor.

Dieser beobachtete, daß die Sumpfporstsamen norddeutscher Herkunft sehr häufig taub waren (50 bis 80%).

Bei den eigenen Ernten fanden sich jedoch fast keine tauben Samen (nur 1 bis 2%). Kinzel gibt weiter an, daß Led. pal. ein typischer Lichtkeimer ist, der allerdings sehr langsam keimt, und daß erst nach einigen Jahren die Hauptkeimung auftritt.

Zu den eigenen Keimversuchen wurde nur selbstgeerntetes Saatgut verwandt, und zwar:

Material I: Ernte 4. 4. 37 (die Samen waren 1 Jahr an der Pflanze überwintert und somit dem Frost ausgesetzt gewesen).

Material II: Ernte 28. 10. 37 (Samen ohne Frost).

Material III: Ernte 29. 11. 37 (Samen hatten schon etwas Frost erhalten).

Material IV: Ernte 4. 4. 37 (die Samen hatten zwei bis drei Jahre am Strauch überwintert).

Zu jedem Versuch wurden je 100 Samen verwandt. Die Aussaat geschah

A) in Petrischalen auf stark feucht gehaltenem Filtrierpapier;

B) in Tonschalen. Diese wurden mit einem Gemisch aus gleichen Teilen Torfmull, Sand und Humusboden (Mutterboden vom Königsmoor) gefüllt und stark feucht gehalten. Das Gemisch hatte denselben P_H-Wert ($P_H = 5$) wie das oben erwähnte Hochmoor.

Die Versuche verliefen

a) bei konstanter Temperatur 20°,

b) bei Wechseltemperatur im Freien (5 bis 25°).

Die Schalen (b) wurden so aufgestellt, daß sie wohl den Temperaturschwankungen der Außenwelt ausgesetzt waren, aber vor Regen, Wind und direkter Sonnenbestrahlung geschützt waren.

Um den Lichteinfluß festzustellen, wurden die Schalen der Versuche A

1. dem normalen Tageslicht ausgesetzt,
2. unter völligem Lichtabschluß gehalten.

Bei den Versuchen B wurden

1. die Samen auf feuchten Torfmull gestreut,
2. die Samen lose mit Torfmull bedeckt (1 mm),
3. die Samen 1 bis 1,5 cm tief eingebettet.

Die Keimung in den Petrischalen bei Tageslicht begann nach etwa 14 Tagen und war nach etwa sechs Wochen beendet.

Die Versuche im Dunkeln wurden nach zwei Monaten abgebrochen.

In der Tonschale begann die Keimung nach 42 Tagen. Alle Tonschalenversuche wurden nach sechs Monaten abgebrochen.

Tabelle I.

Ergebnisse der Keimversuche nach 6 Wochen in %.

Material	Petrischale bei:				Tonschale bei Wechseltemperat.		
	20°		Wechseltemperat.				
	hell	dunk.	hell	dunk.	aufgestreut	1 mm tief	1,5 cm tief
I. angesetzt am:							
5. 4. 37							—
8. 4. 37	20	—	98	—			
26. 5. 37			ca. 100			—	
28. 6. 37					ca. 100		
28. 2. 38			ca. 80				
II. angesetzt am:							
22. 2. 38	3						
8. 3. 38 (a)	6						
8. 3. 38 (b)	—						
22. 3. 38			—				
III. angesetzt am:							
22. 8. 38	40						
IV. angesetzt am:							
8. 3. 38			ca. 75				

Aus der Tabelle geht hervor, daß, wie Kinzel auch angibt, Ledum pal. ein typischer Lichtkeimer ist, der nicht im Dunkeln keimt. Die Keimung unterbleibt schon, wenn die Samen nur 1 mm bedeckt sind.

Konstante Keimtemperatur ist weniger wirksam als Wechseltemperatur.

Die Lebensdauer der Ledumsamen erstreckt sich über mehrere Jahre.

Außer dem Licht ist von grundsätzlichem Einfluß die Einwirkung des Frostes. Ein vor dem Frost geerntetes Saatgut keimte im ersten Jahre nach der Ernte gar nicht oder nur zu wenigen Prozenten. Schon eine kurze Frosteinwirkung genügt, um den Samen keimfähig

zu machen. Dies kommt besonders schön zum Ausdruck bei dem Material I, das den Winter über an der Pflanze dem Frost ausgesetzt war. Kinzels Annahme, daß die Ledumsamen nur sehr langsam keimen, besteht danach nicht zu Recht. Der Widerspruch mit seinen Ergebnissen erklärt sich wohl daraus, daß Kinzel nicht mit Material gearbeitet hat, das dem Frost ausgesetzt gewesen ist.

Demnach gehört der Same von Ledum pal. zu den Lichtkeimern.

Anbauversuch.

Zu Anbauversuchen wurden Porstpflanzen aus dem „Königsmoor" und Ostpreußen verwandt. Beide Arten wurden um die Jahreswende 1937 an verschiedenen Standorten unter verschiedenen Bedingungen angepflanzt. Die mehrjährigen Pflanzen waren gut entwickelt, und ihre Wurzeln waren teilweise noch mit Muttererde umgeben. Alle Pflanzen wurden unbeschnitten in den Boden gesetzt.

Beide Herkünfte waren einmal in guter Gartenerde zwischen Latschenkiefern und Birken und an anderer Stelle in sandigem Kiesboden unter Laubbäumen angepflanzt. Beide Standorte sind im Halbschatten. Die Pflanzen wurden regelmäßig begossen, aber nie sumpfig gehalten. Sie wuchsen alle an beiden Stellen normal weiter und blühten zur normalen Zeit. Sie setzten Früchte an, die zur Samenbildung kamen. Am Ende ihrer Vegetationszeit bildeten sie kräftige vegetative und florale Sprosse aus.

Beide Herkünfte waren ein anderes Mal wieder in Gartenerde gesetzt, davon einmal an einen sonnigen, das andere Mal an einen schattigen Standort gepflanzt. Sie wurden nie begossen. Es waren in diesem Jahre mehrmals lange Trockenperioden. An diesen beiden Standorten sind nur die im Schatten stehenden Pflanzen angegangen, aber nicht zur Blüte gekommen. Letztere haben auch am Ende der Vegetationszeit nur vegetative Sproßknospen gebildet.

Bei einem anderen Versuch wurde eine kräftige Pflanze bis auf die Wurzel zurückgeschnitten, in Gartenerde gesetzt und regelmäßig begossen. Sie bildete kräftige Schößlinge aus.

Versuche mit Stecklingen jeglicher Herkunft und jeglichen Alters schlugen in den verschiedensten Jahreszeiten sämtlich fehl.

Aus obigem geht hervor, daß eine Anpflanzung ohne besondere Schwierigkeiten möglich ist. Voraussetzung für ein Anwachsen und Gedeihen sind Feuchtigkeit und Halbschatten. Ob bei mehrjähriger Kultur ein weiteres Gedeihen möglich ist, konnte noch nicht festgestellt werden.

Schädling.

Als Schädling tritt nach Migula 1917 ein Rostpilz auf (Chrysomyxa Ledi [Alb. et Schw.] Winter); dieser entwickelt Aecidien auf Picea excelsa und Uredo- und Teleutosporen auf Ledum pal..

Bei den selbstuntersuchten Ledumbeständen wurde kein Rostbefall festgestellt. Dies erklärt sich ohne weiteres dadurch, daß Picea excelsa in den beobachteten Standorten nicht vorkommt.

Etymologie und Synonyma.

Etymologie des deutschen Namens.

Nach Kluge 1934 ist der Ursprung des Wortes Porst in Dunkel gehüllt. Dieser Ansicht möchte sich der Verfasser nicht anschließen, da folgende Deutung aus der Sprachentwicklung möglich sein kann:

Porst ist sicher ein Wort indogermanischen Ursprungs und bedeutet feuerfarben (griechisch: Pyrros = feuerfarben, feuerrot, braun). Die Benennung bezieht sich also auf das durch den Haarfilz hervorgerufene braune, manchmal sogar feuerfarbene Aussehen der Blätter und Stengel. Das althochdeutsche Wort Borse ist in seiner ursprünglichen Bedeutung als Farbbezeichnung neben Porst für Ledum pal. und Myrica gale wahrscheinlich noch erhalten im deutschen Wort Pörsch*-Kohl für Braun-Grünkohl und ebenfalls als Vorsilbe im englischen Worte bore-cole.

* Vielleicht auch verwandt mit dem keltischen Wort „bresic" für Kohl.

In folgenden Ortsbezeichnungen mag der Name Porst noch enthalten sein, da diese Orte in heutigen oder ehemaligen Porstgebieten liegen, z. B. Pors-berg bei Dresden, Bors-dorf bei Leipzig und die norwegische Seestadt Pors-grund.

Die volkstümliche Bezeichnung Porst findet sich sowohl für Myrica als auch für Ledum. Im ostelbischen Raum versteht man unter Porst nur Ledum pal., während man im westelbischen Raum nur Myrica gale damit meint. So ist der bei Löns erwähnte ‚glühende, lodernde' Porst immer Myrica gale.

Lediglich im Elbstromgebiet, der ungefähren Verbreitungsgrenze von Ledum pal., überschneiden sich die beiden Bezeichnungen. Ob der Name Porst ursprünglich nur Myrica gale galt und nach der Germanisierung Ostelbiens auf Ledum übertragen wurde, oder ob sich der Name unabhängig voneinander für beide gebildet hat, ist heute nicht mehr mit Sicherheit festzustellen.

Ebenso wie in Deutschland ist auch in Schweden die Bezeichnung Porst für Myrica gale und Ledum pal. üblich. Hier läßt sich allerdings im Gegensatz zu Deutschland die Übertragung des Namens Porst von Myrica gale auf Ledum pal. verfolgen; nämlich bis Ende des 18. Jahrhunderts hieß Ledum pal. in Schweden Sqvattram und die vielfach gebrauchte Myrica gale Pors. Als dann, wie auch Westring 1775 angibt, Myrica seltener und damit teurer wurde, bürgerte sich immer mehr der Gebrauch des Ledum zum Bierbrauen ein. Hierdurch wurde im Laufe der Zeit der Name Pors auch auf Ledum übertragen, so daß schon im 18. Jahrhundert neben Squwatram das Wort Getpors tritt. Letzteres verdrängte das ursprüngliche Wort immer mehr.

Etymologie des lateinischen Namens.

Die etymologische Erklärung des Gattungsnamens Ledum läßt mehrere Auslegungen zu.

Ledon stammt aus dem Griechischen: Ledos = leichtes Sommerkleid.

Nach Hallier wurde der Name Ledum auf die Gattung übertragen durch Clusius (Mitte des 16. Jahrhunderts) von einer südlichen Cistusstaude wegen der beiden gemeinsamen, zurückgerollten, filzigen Blattformen. Wahrscheinlich handelt es sich um Cistus monspeliensis.

Dioscorides (1. Jahrhundert n. Z.) (Matthiolus 1598) wandte den Namen Ledon für Cistus creticus an. O ledos = Strauch, von dessen Blättern das Harz tò ledanon stammt = kretischer Cistus, Ladanencistenrose. Wegen der ebenfalls harzig klebrigen Beschaffenheit der Blätter von Ledum pal. wurde dieser Name auch auf den Sumpfporst übertragen und Ledum mit den Cistusarten in einer Gattung vereinigt.

Nach Esser 1910 soll Linné Ledum wegen seines Geruches von laedere (lateinisch: verletzen) ableiten. Größer ist jedoch die Wahrscheinlichkeit, daß Linné auf den Namen Ledum silesiacum Clusius zurückgreift, aber die Herkunftsbezeichnung silesiacum (schlesisch) durch die Standortbezeichnung palustre (palus: latein. = Sumpf) ersetzte.

Volkstümliche deutsche Bezeichnungen.

Die heutige deutsche, handelsübliche und volkstümliche Bezeichnung für Ledum pal. ist Porst oder Porsch; außerdem: wilder Rosmarin, Sumpfporst, Mottenkraut, Flohkraut, Wanzenkraut.

Daneben finden sich folgende alte und neue volkstümliche Bezeichnungen:

Stammname:

Borse (althd.), Pors, Pursch, gemeiner Pursch, Post (Mark, Mecklenburg, Niedersachsen); Postkraut, Porstkraut (Ostpreußen).

Durch die Umwelt bedingte Namen:

Sumpfpork, Kien-Borst, Kien-post, Kienporst, Kühn-post (Thüringen); Kän-post, Kirin-post, Kierin-post, Kien-rost, Kühnrost, Kiefernporst, Tannenpost, Heidenbienenkraut (Schlesien), Weiße Heide (Böhmen, Vogtland), Hartheide (Schlesien), Zeitheide (Erzgebirge), Bienenheide, Bienenscheide.

Durch die Ähnlichkeit mit anderen Pflanzen bedingte Namen:

Moorrosmarin, böhmischer Rosmarin, Waldrosmarin, kleiner Waldrosmarin, Pomeranze (im Sächsischen, wegen Ähnlichkeit des Geruches der Jungtriebe nach der Blüte).

Aus der Anwendung zu erklärende Namen:

Gruit, Gruut, Grut (Westfalen auch Grund), Brauerkraut (Schlesien), Schabenkraut (Bayern), Mutterkraut, Flöhkraut, Läusekraut, Warzenkraut, Warzenhut, Zeitheil (Erzgebirge), Altseim (bei Cordus: Alczehm), Gichttanne (Sachsen), Sautanne, Saudann (Altmark), Gränze (Sachsen), Granze, Kranze (Schlesien), Saugränze (Brandenburg), (Gränze, Tanne = Streu, Schweinestreu gegen Finnen), Schweineposse, Roßkraut, Bagen, Baganz, Bagenz (Niederlausitz, Bagoun = Schwein, Böhm. Ungarn), Rausch.

Ausländische Bezeichnungen.

N.-Amerikan.:	Droge: Crystal tea.
Arabisch:	Al Quisius, Shây el marûg.
Böhmisch: (Tschechisch)	Bahnitka, Royo weyk (1800), Rojovnik bahemii.
Dänisch:	Vild Rosmarin.
Englisch:	Wild Rosemary, March Rosemary (1800), March Ledum, Marsh Rosemary, Marsh Cistus. Droge: Marsh tea, Marrow. leaved Labrador tea, Swamp tea, Marsh andromeda wort, crystal tea.
Flämisch:	Wilde Rosmaryn.
Französisch:	Lède des marais, Lédier des marais, Lédon des marais, Lédon palustre, Rosmarin sauvage, Rosmarin de Bohème (1800). Droge: Herbe de lédon des marais.
Holländisch:	Moerasige Ledum, wilde Rozemariyn. Droge: Kruid van wilde Rosmaryn.
Italienisch:	Ledo, Ledone, Kamerino di padule. Droge: Ledoa foglie strette.
Japanisch:	Iso-tsutsuji, Ezo-shakunage.
Litauisch:	Gailis.
Norwegisch:	Vild Rosmarin, Finnmarkpors.
Polnisch:	Bagno swinie (Bagno = Sumpf), Bagienko (Bagoun = Schwein, böhm.-ungar.), Rosmarin czeski (1800).
Portugiesisch:	Estevao, Ledo.
Russisch:	Bahun, Bagulnik.
Schwedisch:	Getpors, Sqvattram, Getpores, Squwatram, Squatram (1800), Ledumpors, Skvattram (Sqvatte = quatschen im Feuchten, dän.-norwegisch), Sqvackra (Ostgotis 1800), Sqvater (Sundermanland), Sqväckra (Smoland), Lunner (Westgotis), Getepors (Get = Ziege, Geiß, Upland), Pors (Helsingland), Svinpors (Westmanland).
Serbisch:	Bagne.
Spanisch:	Losano, Ledo, Jaguarzo.
Türkisch:	Laden ag.
Ungarisch:	Molyüzö.

Lateinische Synonyma:

Ledum palustre L. =

Cistus ledonfoliis rosmarini ferrugineis C. Bauh., Ledum dilatatum Rupr., L. Foliis rorismarini alterum Lobel., L. graveolens Gilib., L. rorismarini foliis Tabern., L. silesiacum Clus., Rosmarinum sylvestre Matthiol., Rosmarinus sylvestris minor Kamer., R. sylvestris Dod., R. sylvestris quorundam J. Bauh.

Formen der Droge von Ledum pal. und ihre Bezeichnungen:

Herba Ledi palustris,

Herb. Anthos sylvestris, Herb. Cistis ledi, Herb. rorismarini sylvestris, Herba rosmarini silvestris, Summitates Ledi pal., Turiones Led. pal.

Herb. Ledi pal. cum floribus,
Flor Ledi pal.,
Folia Ledi pal.,
Folia Ledi pal. cum flor.

CHEMISCHER TEIL.

Literaturübersicht.

Chemisch ist bisher über den Sumpfporst in verschiedenen Richtungen gearbeitet worden. Aber die Ergebnisse sind im allgemeinen so auseinandergehend, daß sich aus der vorliegenden Literatur kein einheitliches Bild über die Bestandteile gewinnen läßt.

Es werden als Hauptbestandteile meistens für Led. pal. äther. Öl mit Ledumkampfer, Ericolin, Arbutin und Leditanninsäure angegeben. Als weitere Bestandteile werden nach älteren Angaben ein Wachs, ein Harz, Ameisensäure, Essigsäure, Valeriansäure, Zitronensäure, Pectin und Quercetin aufgeführt.

Durch seinen intensiven Geruch wurde das Interesse der Untersuchungen vor allem auf das ätherische Öl hingelenkt. In diesem Öl haben einige Autoren, so z. B. Wittstein 1878, eine kampferähnliche Substanz gefunden, während andere, z. B. Gildemeister 1931, wiederum keinen kristallisierbaren Körper in ihm nachweisen konnten.

Daneben wurde Ledum auf Glykoside, deren Vorkommen in der Familie der Ericaceen sonst üblich ist, wie Ericolin, Andromedotoxin und Arbutin, bearbeitet. Auch hier decken sich die Ergebnisse nicht, indem z. B. einige Autoren (Willigk 1852, Zechner 1931) das Vorhandensein von Arbutin für erwiesen halten, andere dagegen es nicht erwähnen.

Ausführlicher wurde über den Gerbstoff von Led. pal. gearbeitet, und zwar über die Zusammensetzung der Leditanninsäure von Rochleder und Schwarz 1858, während z. B. die Schwankungen des Gerbstoffgehaltes der Pflanze in ihrer Vegetationszeit bisher unberücksichtigt blieben.

Alles Ausgangsmaterial für die eigenen Analysen wurde, wenn nichts anderes vermerkt, den Beständen des Königsmoores bei Mölln entnommen. Alle Analysen wurden als Doppelanalysen ausgeführt.

Wassergehaltsbestimmung.

Es wurde der Wassergehalt der Frischpflanze in ihren einzelnen Organen während eines ganzen Jahres in regelmäßigen Monatsabständen festgestellt. Da es für die vorliegende Arbeit aber auch wichtig ist, den Wassergehalt der zu verschiedenen Jahreszeiten geernteten Droge zu kennen, wurde auch noch das Lufttrockengewicht festgestellt.

Von den einzelnen Organen der frischen Pflanze werden möglichst bald nach der Ernte ungefähr 2,5 g fein zerschnitten und genau gewogen. Nachdem die Pflanzenteile in dem Wägeglas ungefähr drei Wochen an einem schattigen Ort bei Zimmertemperatur gestanden hatten, wird das Wägeglas mit Inhalt gewogen (Wägung A). Wenn bei weiterem Stehen an der Luft kein Gewichtsverlust mehr eintritt, wird das Wägeglas mit Inhalt im Thermostaten bei 105° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und gewogen (Wägung B).

Aus der letzten Wägung B (Konstanz bei 105°) erhält man den Wert für den Wassergehalt der frischen Pflanze: B_1. Subtrahiert man von diesem Wert B_1 (Wassergehalt der frischen Pflanze) den bei der Wägung A (bis zur lufttrockenen Konstanz) erhaltenen Wert A_1, so erhält man den Wert für den Wassergehalt der lufttrockenen Pflanze (Drogenform): D.

B_1 = Wassergehalt der Frischpflanze,
$B_1 - A_1$ = Wassergehalt der Droge: D.

Tabelle 1.

Wassergehalt der frischen Pflanzenteile in %.

Erntezeit	Laubblatt		Florale Knospe		Blüte	Stengel von:			Ast 5- bis 6jährig	Wurzel
						Jungtrieb		1- bis 2jähr. Zweig		
	nicht überwint.	überwintert	nicht überwint.	überwintert		nicht überwint.	überwintert			
Jan.—März		51,53		56,67			40,72		39,52	55,03
April		57,86		61,16			59,45		54,60	56,01
Mai	75,68	58,90		60,05	61,20		56,34		51,83	58,87
Juni	71,24	52,51				73,45		55,70	41,39	47,17
Juli	61,95					71,28		53,80	43,35	54,13
August	58,21		79,40			55,25		52,21	44,32	53,98
September	55,80		—			—		51,19	45,33	51,87
Okt.—Dez.	51,53		56,67			40,72		—	39,52	55,39

Tabelle 2.

Wassergehalt der Droge in %.

Jan.—März		7,95		8,41			5,73		7,89	6,34
April		5,82		8,30			7,31		7,30	6,01
Mai	3,43	7,59		7,65	4,97		6,98		5,22	5,29
Juni	3,48	7,21				3,14		6,59	6,94	5,02
Juli	4,57					2,99		6,53	8,03	7,03
August	—		5,43			4,68		6,72	8,27	7,61
September	5,93		—			—		6,91	8,55	7,63
Okt.—Dez.	7,95		8,41			5,73		—	7,89	6,34

Da der Feuchtigkeitsgehalt der einzelnen Pflanzenteile im Laufe des Winters nur unwesentliche Veränderungen aufweist, wurden die einzelnen Monatsergebnisse zu einem Mittelwert zusammengezogen.

Aus der Tabelle 1 ergibt sich, daß bei allen Organen naturgemäß der Wassergehalt im Winter am niedrigsten ist. Am wasserreichsten sind die im Sommer neu gebildeten Organe wie Stengel des Jungtriebs, Jungblätter, florale Knospen und Blüten. Zum Herbst hin sinkt in allen Organen der Wassergehalt; besonders bemerkenswert ist der Wassergehalt der Wurzel, der im Sommer nur ein wenig erhöht ist.

Auch bei der Droge ist je nach dem Zeitpunkt der Ernte und dem Pflanzenteil der Wassergehalt verschieden. Dies tritt besonders hervor bei den stark im Wachstum befindlichen Organen wie den jüngeren Stengeln, Blättern und Knospen.

Der Wassergehalt betrug von selbstgeernteter Droge (Sproßspitzen, Ernte April 1937) 6,14%.

Der Wassergehalt einiger untersuchter Handelsdrogen verschiedener Herkunft war:

1. 6,83%
2. 6,92%

Da es für die Praxis wichtig ist festzustellen, wie lange es dauert, bis nach der Ernte die jungen Sproßspitzen (von 3 bis 5 cm Länge) durch die Trocknung ungefähr lufttrocken werden, wurde ihr Wassergehalt in regelmäßigen Zeitabständen während der Trocknung untersucht.

Die Trocknung fand, wie es vielfach bei Drogen geschieht, auf durchlüftetem Trockenboden statt.

Dabei stellte sich heraus (Tab. 3), daß nach etwa drei Wochen die Sproßspitzen Drogenform angenommen hatten.

Daher muß für Herba Ledi pal. gefordert werden, daß diese Trocknung bei normalen Temperaturen ungefähr drei Wochen lang vorgenommen wird, ehe die Droge versandfähig ist.

Tabelle 3.

Wasserverlust der Sproßspitzen (3—5 cm, Aprilernte 1937) während der Trocknungstage.

Nach	1	3	14	21	22	Tagen
Wasserverlust in %	18,3	41,7	46,5	51,2	51,2	

Aschenanalyse.

Qualitative Aschenbestimmung.

Die Veraschung wurde folgendermaßen durchgeführt:

Die fein gepulverte Droge wird in einem Porzellantiegel auf der offenen Flamme eines Bunsenbrenners erst langsam verkohlt und dann zu einer graubraunen Asche geglüht.

Die einzelnen Kationen und Anionen wurden durch folgende Reaktionen nachgewiesen:

Kationen:	Reaktionen:
Fe, Spuren	Berlinerblau
Mn	Salpetersodaschmelze
Al	Thenards Blau
Mg	Ammon.-magnes.-phosphat
Ca	Calciumoxalat
K	Kalium-kobalti-nitrit
Na	Natr.-Magn.-Uranylacetat.
Anionen:	**Reaktionen:**
Cl	Silberchlorid
SO_4	Bariumsulfat
PO_4	Ammon.-phosph.-molybdat
SiO_2	Kieselskelett in Phosphorsalzperle; Silicium-tetrafluorid.

Quantitative Aschenbestimmung.

Alle quantitativen Bestimmungen wurden in Anlehnung an das D.A.B. VI mit lufttrockener Droge vorgenommen, worauf auch die gefundenen Werte berechnet sind.

Es wurden sowohl der Gesamtaschegehalt wie auch der in heißer 10%iger Salzsäure unlösliche Rückstand der Asche mengenmäßig bestimmt.

Die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4.

Mineralgehalt der einzelnen Pflanzenteile in verschiedenen Monaten (in %).

Erntezeit	Sproßspitzen		Laubblatt		Florale Knospe		Blüte	Stengel von Jungtrieb		Stengel von 1- bis 2jährigem Zweig	Ast 5- bis 6jährig	Wurzel
	nicht überwint.	überwintert	nicht überwint.	überwintert	nicht überwint.	überwintert		nicht überwint.	überwintert			
Januar				3,02 (0,68)						1,21 (0,13)	0,91 (0,47)	0,64 (0,22)
Februar				3,20 (0,62)						1,10		0,59 (0,11)
März		3,06 (1,08)		3,15 (0,78)						0,94 (0,12)	0,89 (0,31)	0,62 (0,13)
April		2,74 (0,63)										
Mai		2,71 (0,54)		2,80 (0,60)		2,41 (0,48)			2,81 (0,5)		0,70 (0,23)	
		2,32 (0,42)							2,41 (0,48)		0,56	
Blütezeit		2,98 (0,58)		3,54 (0,88)			3,17 (0,72)					0,61 (0,13)
Juni	3,36 (0,70)		3,45 (0,38)					2,78			0,42 (0,16)	
Juli	2,66 (0,26)		2,64 (0,58)					2,68 (0,33)			0,40	0,60 (0,12)
August			3,32 (0,93)		2,51 (0,31)							
September			3,11 (0,72)		2,38 (0,35)			2,72 (0,38)				0,58
Oktober					2,32 (0,36)			2,53 (0,11)				
November			3,16 (0,64)					1,21 (0,12)			0,87 (0,12)	
Dezember					2,53 (0,37)			2,69 (0,32)				0,63

Die Zahlen in Klammern geben den in heißer, verd. Salzsäure unlöslichen Teil der Asche an.

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß der Mineralgehalt aller oberirdischer Teile, die nicht älter als ein Jahr sind, ziemlich gleichmäßig etwa 2,5 bis 3,5% beträgt. Im älteren Stammholz dagegen sinkt der Gehalt eben unter 1%; am niedrigsten ist er in der Wurzel, wo er durchschnittlich nur 0,6% beträgt.

In allen Organen machen sich im Laufe eines Jahres kleine Schwankungen im Mineralgehalt bemerkbar.

Fast gleich liegen die Verhältnisse beim Silikatgehalt. Auch hier ist ein Steigen von der Wurzel über das alte Stammholz zu den oberirdischen jungen Organen festzustellen. Ebenso bleibt der Silikatgehalt in den einzelnen Organen im Laufe eines Jahres ziemlich konstant.

Der Aschegehalt der selbstgeernteten Sproßspitzen (Herba Ledi pal., Ernte April 1937) betrug 2,74%. Der in heißer verd. Salzsäure unlösliche Anteil der Asche war 0,63%.

Der Aschegehalt der selbstgeernteten blühenden Sprosse (Herb. Led. pal. c. flor., Ernte Ende Mai 1937) betrug 2,98%, der in heißer verd. Salzsäure unlösliche Ascheanteil war 0,58%.

Handelsdrogen verschiedener Herkunft wiesen einen Aschegehalt von 3,01 bis 6,93% auf, davon betrug der in heißer verd. Salzsäure unlösliche Anteil (Sand) 0,88 bis 4,07%.

Quantitative Calciumbestimmung.

Aus der Asche wurde ebenfalls in einigen Fällen der Ca-Gehalt quantitativ festgestellt.

Die Asche wird mit warmer Salzsäure (10%) bis zum Aufhören der Kohlensäureentwicklung versetzt. Die ungelösten Bestandteile werden abfiltriert. Das Filtrat wird mit Ammoniak übersättigt. Die gefällten Metallhydroxyde werden abfiltriert und das Filtrat heiß mit Ammoniumoxalat versetzt. Das gefällte Calciumoxalat wird abfiltriert, gewaschen und zu Calciumoxyd geglüht und so zur Wägung gebracht.

Tabelle 5.

Calciumgehalt einiger Pflanzenteile in %.

Erntezeit	Überwintert			nicht überwinterte Sproßspitzen
	Laubblatt	Stengel v. Jungtrieb	Sproßspitzen	
April	0,57	0,21	0,45	
Juni				0,30

Tab. 5 zeigt, daß die jungen Sprosse bedeutend weniger Calcium enthalten als die zehn Monate älteren überwinterten Sprosse, und daß andererseits bei einem vorjährigen Zweig der Stengel bedeutend calciumärmer ist als die zugehörigen Blätter.

Der Calciumgehalt ist ein besonderes Merkmal für die Droge in Pulverform. Und zwar zeigen hier auch die Sprosse beim Erwärmen mit verdünnter Schwefelsäure auf dem Objektträger und langsamen Abdunsten der Flüssigkeit unter dem Mikroskop ein deutliches Herausschießen von Calciumsulfat-Kristallnadeln aus fast allen Teilen des Pulvers.

Gerbstoff.

Der Gerbstoff von Led. pal. wurde schon von Meissner 1826 (Hager 1887) als eisengrünend charakterisiert.

Willigk 1852 fand, daß der Gerbstoff des Sumpfporstes, den er Leditanninsäure nennt, bei Zusatz von verdünnten Mineralsäuren Ledixanthin ($C_{14}H_6O_6$) bildet.

Rochleder und Schwarz 1853 stellten weiter durch Sublimation des Gerbstoffes Pyrokatechine dar. Obige Autoren gewannen den Gerbstoff durch Fällung des wäßrigen Auszuges mit Bleiessig. Der von ihnen isolierte Gerbstoff wurde als glykosidartige Gerbsäure bezeichnet. Sie war eine pulvrige und rotbraune Masse, in Wasser und Alkohol leicht löslich.

In eigenen Untersuchungen wurde eine nähere qualitative Analyse der selbst dargestellten Leditanninsäure unternommen. Weiter wurde erstmalig eine quantitative Bestimmung des Gerbstoffgehaltes in den einzelnen Organen zu den verschiedensten Jahreszeiten ausgeführt.

Zur qualitativen Untersuchung des Gerbstoffes wurde ein 0,5%iges Infus der Droge verwandt.

Zur Identifizierung des Gerbstoffes wurden folgende von Dafert und Fleischer 1935 angegebenen Reaktionen ausgeführt:

Eisenchlorid:	Grünfärbung
Bleiazetat:	Hellbrauner, in Essigsäure löslicher Niederschlag
Kupferazetat:	Brauner, in NH_3 löslicher Niederschlag
Schwefels. konzentr.:	Rotbraune Färbung
Salzs. konzentr.:	Hellgelbe Färbung und brauner Niederschlag
Natronlauge:	Rotbrauner Niederschlag
Kalkwasser:	Rotbrauner Niederschlag
Kaliumbichromat:	keine Reaktion.

Nachdem durch diese Reaktionen die Anwesenheit von Gerbstoff eindeutig feststand, wurde zur Auffindung der Gerbstoffgruppe geschritten nach der Methode von Stiasny (Dafert und Fleischer 1935):

50 ccm des Infuses werden mit 5 ccm konzentrierter Salzsäure und 10 ccm 40%iger Formaldehydlösung eine halbe Stunde am Rückflußkühler gekocht. Es fällt beim Erhitzen ein brauner voluminöser Niederschlag, der nach dem Abfiltrieren in Natronlauge unlöslich ist. Das heiße Filtrat bleibt nach dem Abkühlen klar. Durch diese Fällung ist der Gerbstoff als zur Katechingruppe gehörig charakterisiert. Eine beim Erkalten auftretende Fällung hätte auf Gallusgerbstoff hingedeutet.

Durch folgende Reaktionen (nach Schmalfuß 1938) konnte der Gerbstoff noch genauer als Brenzkatechinderivat (Ortho-dioxystoff) bestimmt werden.

Ein Tropfen Eisenchloridlösung (5% und frisch bereitet, höchstens bis 5 Tage alt) wird neben einen Tropfen reiner wäßriger Gerbstofflösung oder wäßrigen Drogenauszuges auf ein Stück Filtrierpapier gebracht. An der Berührungsstelle bildet sich eine grüne Zone. Diese Zone, über NH_3-Dampf gehalten, färbt sich intensiv rot.

Man bringt einen Tropfen wäßrigen Drogenauszuges in eine weiße Porzellanschale, daneben getrennt je einen Tropfen Eisenchloridlösung (5%) und einen Tropfen gesättigter Natriumcarbonatlösung. Wird die Eisenchloridlösung vorsichtig an die Drogenlösung gebracht, so entsteht eine Grünfärbung, die beim Berühren mit der Natriumcarbonatlösung in Rot übergeht.

Die Reaktionen gelingen nur mit nicht zu altem Drogenauszug. Die klarsten Reaktionen ergibt eine achtstündige Mazeration der Droge (10%) mit kaltem Wasser.

Darstellung des Gerbstoffes.

Der Gerbstoff wurde folgendermaßen dargestellt:

Die gepulverte Droge wird im Soxhletschen Extraktionsapparat mit 96%igem Alkohol ausgezogen. Das Extrakt wird auf ein Drittel eingeengt und darauf im Überschuß mit Äther versetzt. Der ausfallende Gerbstoff und Farbstoff werden mit Wasser aufgenommen und ausgeschüttelt. Die wäßrige Lösung wird zur Befreiung von den Farbstoffen in der Kälte mit verd. Salzsäure versetzt. Die nach ein paar Minuten eintretende Fällung wird abfiltriert. Die klare rote Gerbstofflösung wird auf dem Wasserbad zur Sirupdicke eingeengt und im Exsikkator völlig getrocknet.

Der so gewonnene Gerbstoff (noch Arbutin enthaltend*), ist eine pulvrige, rotbraune Substanz von angenehmem aromatischem Geruch und mildem, schwach adstringierendem Geschmack. Dieser Gerbstoff ist in Wasser und Alkohol leicht löslich. Seine wäßrige Lösung reagiert schwach sauer. Nach zwölfstündigem Digerieren in Azeton löst sich nur ein Teil des Gerbstoffs mit brauner Farbe. Nach dem Abfiltrieren und Eindampfen der klaren, rotbraunen Azetonlösung bleibt ein Rückstand, der sich in kaltem Wasser nicht, sondern erst beim Erhitzen löst.

Spaltung des Gerbstoffes.

Der isolierte Gerbstoff wird mit verdünnter Salzsäure erhitzt. Es scheidet sich ein rotgelber Niederschlag (vielleicht das Aglukon) ab, der abfiltriert wird. Er ist in Alkohol und Laugen mit tiefroter Farbe leicht löslich und zeigt damit die Eigenschaften des schon von Williagk gefundenen Ledixanthins.

Das Filtrat wird mit Kalilauge neutralisiert. Die neutralisierte Lösung reduziert Fehlingsche Lösung (Glukose, die auch noch aus mitgeschlepptem Arbutin stammen kann*).

Tabelle 6.

Gerbstoffgehalt (in %) der einzelnen lufttrockenen Pflanzenteile von Led. pal. während eines ganzen Jahres.

Erntezeit	Sproßspitzen 3—5 cm lang		Laubblatt		Florale Knospe		Blüte	Frucht	Stengel vom Jungtrieb			Ast, 5—6 jährig	Wurzel
	nicht überwint.	überwintert	nicht überwint.	überwintert	nicht überwint.	überwintert			nicht überwint.	überwintert	1—2 jähr. Zweig		
Januar		15,45		16,95		17,18				11,37	9,61	7,15	7,34
Februar		15,51		16,89		17,27				11,21	9,40	6,91	7,31
März		15,60		16,91		17,30				12,24	7,78	6,57	6,46
April		14,17		14,87		15,20				13,84	10,24	7,85	8,95
Mai		14,17		15,50		17,85				11,74	9,43	8,67	8,40
Mai		15,36		14,54		18,25				13,56	8,10	6,52	8,99
Blütezeit	8,76	16,99	8,73	12,87			20,06				7,60	7,00	9,21
Juni	9,13		9,12	10,26				15,73	10,30		12,50	6,22	6,65
Juli	10,00		8,75	9,82				16,85	11,20		8,24	4,90	6,40
August	10,83		11,20		12,10			17,62	9,81		9,02	6,20	8,58
Septemb.	10,15		10,34		12,02				9,23		8,92	6,84	7,90
Oktober	13,33		14,05		14,84				12,71		10,32	8,99	7,59
Novemb.	15,20		16,61		17,15				11,42		9,70	8,98	7,30
Dezember	15,63		16,78		17,26				11,41		9,13	7,24	7,38

Quantitative Gerbstoffbestimmung.

Der Gerbstoff wurde sowohl von der frischen Pflanze wie von der Droge quantitativ bestimmt. Die frische Pflanze wurde möglichst klein geschnitten und zerquetscht verarbeitet. Dagegen wurde die Droge zur Extraktion grob gemahlen. Die Gehaltsbestimmung wurde nach der Methode von Schulte (Peyer 1934) ausgeführt.

* Laut schriftlicher Mitteilung von Prof. O. Moritz-Kiel.

Da die Extraktionszeit von drei Stunden und die vorgeschriebenen Mengen von Fällungs- und Lösungsmitteln zu keiner quantitativen Erfassung des Gerbstoffes bei Led. pal. führten, wurde durch Vorversuche erst die Extraktionszeit von vier Stunden für ausreichend, ebenso eine Erhöhung der Fällungs- und Lösungsmittelmengen für besser befunden.

2,5 g Droge werden im Soxhletschen Extraktionsapparat mit 96%igem Alkohol vier Stunden extrahiert. Das Extrakt wird auf 25 g eingeengt und dann kalt filtriert. 10 g dieses Filtrats (= 1 g Droge) werden in einem birnenförmigen Scheidetrichter mit 60 ccm Äther versetzt und einmal mit 30 ccm, darauf zweimal mit je 15 ccm Wasser ausgeschüttelt. Die vereinigten wäßrigen Ausschüttelungen werden auf ca. 15 ccm auf dem Wasserbad eingedunstet. Nach dem Erkalten werden diese 15 ccm zur Fällung der vorhandenen Farbstoffe mit 0,5 ccm HCl dil. versetzt. Darauf wird in einen gewogenen Porzellantiegel filtriert, zur Trockene eingedampft und bei 105° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

Der Gerbstoffgehalt der einzelnen Pflanzenteile ist in Tabelle 6 aufgeführt.

Die in Tabelle 6 angegebenen Zahlen stellen naturgemäß nur relative Werte dar und gelten für die angegebene Methode und den zu einer bestimmten Zeit untersuchten Pflanzenteil einer bestimmten Herkunft (Königsmoor).

Alle Ernten wurden etwa einen Monat nach der Ernte, die regelmäßig alle vier Wochen stattfand (ausgenommen Mai, wo drei Ernten, alle zehn Tage, stattfanden), untersucht, so daß ein Einfluß einer längeren Lagerung ausgeschaltet wurde.

Je nach Herkunft, Bodenbeschaffenheit usw. kann der Gerbstoffgehalt andere Wert erreichen.

Aus der Tabelle 6 geht hervor, daß die einzelnen Pflanzenorgane untereinander einen sehr unterschiedlichen Gerbstoffgehalt aufweisen, andererseits aber auch ein und dasselbe Organ im Laufe eines Jahres Schwankungen unterworfen ist.

Durch einen besonders hohen Gerbstoffgehalt zeichnen sich die Sproßspitzen, Blätter, Früchte, floralen Knospen und besonders die Blüten aus; während Wurzel und Stengel durchweg weniger Gerbstoff besitzen. In letzteren Organen treten auch nur unbedeutende Schwankungen im Laufe des Jahres auf. Einige herausfallende Werte sind in der Hauptsache wohl auf Unterschiede im Ausgangsmaterial zurückzuführen, da es schwer war, Wurzel und Zweige von immer gleicher Beschaffenheit zu erhalten. Bei allen anderen untersuchten Organen ist jedoch ein deutlicher Rhythmus festzustellen.

So zeigt z. B. das Jungblatt zunächst einen niedrigen Gerbstoffgehalt, der bis zum Herbst hin auf das doppelte ansteigt, während des Winters gleichmäßig hoch bleibt und dann vom Frühjahr ab langsam fällt und bis zum Absterben im Juli fast wieder auf den Gehalt des Jungblattes gesunken ist.

Genau dieselbe Steigerung im Gerbstoffgehalt vom Sommer bis zum Herbst ist in der floralen Knospe festzustellen, die dann aber vom gleichbleibenden Gerbstoffgehalt im Winter zur Blütezeit hin ihren Gehalt noch vermehrt.

Ebenso wie die floralen Knospen verhalten sich auch die Sproßspitzen. Im jüngsten Stadium haben sie einen relativ niedrigen Gehalt, der bis zum Herbst um etwa 80% vermehrt wird und schließlich im nächsten Sommer zur Blütezeit etwa das Doppelte an Gerbstoff erreicht hat.

In weiteren Versuchen wurde zu der Frage Stellung genommen, ob durch die Trocknung an der Luft eine Veränderung oder Erhöhung des Gerbstoffgehalts eintritt.

Zu diesem Zweck wurde wieder nach der Methode von Schulte der Gerbstoffgehalt von einem frischen Kraut in den einzelnen Monaten festgestellt unter gleichzeitiger Berücksichtigung seiner jeweiligen Wassermenge.

Dann wurde ein anderer Teil des entsprechenden Krautes im lufttrockenen Zustand auf Gerbstoff untersucht.

Der Gerbstoffwert, der für das frische Kraut gefunden wurde, wurde auf das getrocknete Kraut umgerechnet. Dabei ergibt sich folgende

Tabelle 7.

Gerbstoffverlust der frischen Pflanzenteile durch den Trocknungsprozeß.

	Frische Sproßspitzen		Droge	
1.	2.	3.	4.	5.
Erntemonat	Wasserverlust bis zur Drogenform in %	Gerbstoffgehalt in %	aus 2 und 3 auf Lufttrockensubstanz berechn. Gerbstoffgehalt in %	gefundener Gerbstoffgehalt in %
Juni	70,20	6,01	20,17	9,30
Juli	64,86	6,36	18,10	10,08
August	49,37	6,80	13,43	10,83
September		6,66	13,15	10,15
Oktober		6,40	12,64	13,45
Nov. bis März	44,69	7,89	14,26	15,59
April	52,07	9,43	19,67	14,17
Mai (Blütezeit)		10,32	21,53	14,17
		9,02	18,82	15,36
		9,31	19,42	16,19

Aus der Tabelle 7 geht hervor, daß der im Juni neu angelegte Sproß durch die Trocknung über die Hälfte seines Gerbstoffgehalts verliert. Im Juli beträgt der Verlust schon etwas weniger als die Hälfte. Dieser Gerbstoffverlust wird im Laufe des Herbstes immer geringer.

Bei den im Winter geernteten Pflanzen tritt eine ganz schwache Erhöhung des Gerbstoffgehaltes durch die Trocknung auf. Zum Frühjahr sinkt der Gerbstoff besonders in den ersten Monaten beim Trocknen wieder.

Die geringfügige Zunahme des Gerbstoffgehaltes durch das Trocknen bei dem im Winter geernteten Pflanzenmaterial dürfte auf die Versuchsbedingungen zurückzuführen sein.

Da die frischen Pflanzen nämlich, wie schon erwähnt, nur grob zerschnitten und zerquetscht ausgezogen wurden, ist ihre Extraktion wahrscheinlich eine nicht so vollkommene wie bei der grob gepulverten Droge. Damit wird dann allerdings auch bei den Ernten der Sommermonate der Gerbstoffgehalt noch etwas höher liegen und sich so der Verlust beim Trocknen tatsächlich als noch etwas größer erweisen als angegeben.

Wie erklärt sich nun der durch die Trocknung bedingte Gerbstoffverlust? Folgende Deutungen sind möglich:

In den Sommermonaten ist in den jungen Pflanzen der Stoffwechsel äußerst lebhaft. Die Stoffwechselprodukte werden schneller umgebaut, sind also ‚labiler'. Dieser ‚labile' Gerbstoff der Sproßspitzen ist durch die bei der Wasserentziehung auftretenden chemischen Umsetzungen leichter angreifbar. Es erfolgt vielleicht eine Anlagerung des Gerbstoffes an Eiweiß nach der Art

der Gerbung (Lederbildung). Ferner kann durch die Zunahme an Säure, welche durch den Wasserverlust bedingt ist, eine Spaltung der säureempfindlichen Gerbstoffe eintreten oder eine Umwandlung in Farbstoff nach Art der Melaminbildung.

Alle diese Faktoren ermöglichen vielleicht eine Umwandlung des Gerbstoffes in der Weise, daß er nach dem angewandten Verfahren nicht mehr ganz zu erfassen ist. Eine restlose Klärung der Frage könnte erst durch andere quantitative Verfahren (Hautpulvermethode oder Blutkörperchenmethode nach Moritz 1938) möglich sein. Eines ist jedoch sicher: es hat unter allen Umständen eine Bindung des Gerbstoffes stattgefunden. Und es ist nun interessant, daß diese durch die künstliche Trocknung hervorgerufenen Vorgänge auch in der frischen Pflanze zu verfolgen sind.

Betrachtet man Spalte 4 der Tabelle 7, so sieht man, daß zum Herbst hin, wenn also die Stoffwechselvorgänge in der Pflanze nachgelassen haben, der Gerbstoff nicht mehr so labil ist, und da die einzelnen Organe wasserärmer werden, der Gerbstoffgehalt in den nun schon etwas ‚verlederten' Organen geringer ist.

Dies erklärt wohl auch ferner die Ergebnisse der Tabelle 6, wo in älteren Organen wie Ästen, Wurzeln nur weniger Gerbstoff gefunden wurde, das heißt: also nur der Gerbstoff erfaßt werden konnte, der noch frei war.

Mit diesen Ergebnissen stimmt das mikroskopische Bild der einzelnen Sproßorgane in den einzelnen Vegetationsmonaten überein. Während nämlich der Gerbstoff beim jungen Organ noch als freier Zellinhalt in den Zellen nachgewiesen wurde, war er zum Winter hin zum größten Teil in den Zellwänden inkrustiert.

Um das Verhalten des Gerbstoffs auch noch unter veränderten Trocknungsbedingungen zu beobachten, wurden zwei eigene Ernten bei verschiedenen Temperaturen bis zur Gewichtskonstanz getrocknet:

A. bei Zimmertemperatur.
B. bei 30°.
C. bei 45°.

Dabei ergab sich, wie folgende Tabelle 8 zeigt, daß der Gehalt an Gerbstoff mit zunehmender Trocknungstemperatur langsam abnimmt.

Tabelle 8.

Gerbstoffgehalt der Sproßspitzen in %, die bei verschiedener Temperatur getrocknet sind:

Erntezeit	Trocknung bei 20°	30°	45°
August	10,83	9,45	8,09
Oktober	13,33	12,08	9,87

Um also unnötigen Gerbstoffverlust durch das Trocknen zu vermeiden, ist die Droge am besten bei normaler Zimmertemperatur zu trocknen.

Außerdem wurde noch ein Lagerungsversuch mit selbstgesammelten Sproßspitzen, Material I (Ernte November 1936) und Handelsmaterial II (Ernte 1936) vorgenommen. Dieser zeigte, daß der Gehalt an Gerbstoff bei beiden Drogen um etwa 20% im Laufe eines Jahres abgenommen hatte.

Tabelle 9.

Gerbstoffgehalt bei Lagerung (in %).

	Zeit der Untersuchung	
	November 1936	November 1937
Material I	15,20	12,22
Material II	10,22	8,22

Eine alte Handelsdroge, die etwa dreißig Jahre gelagert hatte, besaß noch einen Gerbstoffgehalt von 7,54%. Da verschiedene Handelsdrogen, von denen das Alter nicht genau feststand, ebenfalls einen Gehalt um 7% (6,46%, 7,73%) hatten, ist anzunehmen, daß der Gehalt beim Lagern bis auf diesen prozentualen Gehalt von etwa 7 sinkt und von da ab wohl konstant bleibt.

Bitterstoff.

0,5 g Droge wurden mit 100 g siedendem Leitungswasser übergossen, eine Stunde unter Umschütteln stehen gelassen, dann durch Watte filtriert. Von dieser Stammlösung wurde durch Verdünnen mit Leitungswasser die Konzentration ermittelt, die gerade noch als bitter empfunden wurde. Als Vergleich diente eine Chininlösung 1 : 150 000.

Es ergab sich ein Bitterstoffwert von 1:180 sowohl für Herba Ledi pal. als auch für Herba Ledi pal. cum flor.

Das heißt also, daß die Droge nur wenig Bitterstoffe enthält.

Ätherisches Öl.

Westring 1775 versuchte vergeblich, das ätherische Öl des Sumpfporstes darzustellen. Erst Rauchfuß 1796 gelang seine Darstellung. Trapp (nach Kroeber 1934) fand als erster den Ledumkampfer im ätherischen Öl, der in langen, farblosen, nadelförmigen Prismen auskristallisierte.

Dieser Ledumkampfer besteht nach Hjelt (Kroeber 1934) aus Sesquiterpenalkohol. Nach Gildemeister 1931 ist die Hydroxylgruppe jedoch so labil, daß die Alkoholnatur nicht direkt bewiesen wird. Durch Behandlung mit Benzoylchlorid und Schwefelsäure entsteht nach ihm Leden $C_{15}H_{24}$, ein Sesquiterpen, das bei 225° siedet und durch Salpetersäure zu Oxalsäure oxydiert wird. Kal. permangan. wirkt auf Ledumkampfer nicht ein, was für einen tertiären Alkohol spricht. Aus dem Verhalten gegen Brom schließt Lomidse, daß keine doppelten Bindungen vorhanden sind. Schmidt 1889/90 gibt als Reaktion auf Ledumkampfer an, daß eine Auflösung von ihm in konzentrierter Schwefelsäure, mit einem Tropfen Salpetersäure versetzt, violett gefärbt wird. Ferner entsteht nach ihm beim Erhitzen des Ledumkampfers mit Essigsäureanhydrid auf 150° ein bei 264° siedendes Sesquiterpen $C_{15}H_{24}$.

Gildemeister 1929 (Schimmelberichte) bestimmte durch eine Molekulargewichtsbestimmung und Elementaranalyse für Ledumkampfer die empirische Formel $C_{15}H_{26}O$. Sein Schmelzpunkt liegt bei 104° und sein Siedepunkt bei 282—283°.

1931 weist Gildemeister aber darauf hin, daß, obwohl das Öl oft so reich an Stearopten ist, daß es bei gewöhnlicher Temperatur erstarrt, manchmal

auch ein Öl gewonnen wird, das nicht einmal im Kältegemisch eine feste oder kristallinische Ausscheidung gibt.

Trapp erklärt die wechselnde Zusammensetzung und Ausbeute an ätherischem Öl für abhängig von den Vegetationsstadien der einzelnen Pflanzenteile, während Hjelt diesen Faktoren keinerlei Einfluß einräumt.

In der Literatur (Zörnig 1911, Gildemeister 1931, Wehmer 1931 usw.) gibt fast jeder Autor die Farbe für das gewonnene Öl anders an. Die Farbe schwankt danach zwischen weißgelb bis rötlich braun-grün. Ebenso auseinandergehende Angaben liegen für die Konsistenz des Öls vor. Es soll danach dünnflüssig, von schmalzähnlicher Konsistenz oder auch wachsartig und fest sein. Gildemeister 1931 gibt für das Porstöl weiter folgende Konstanten und Eigenschaften an:

$^{d}15°$ 0,918 — 0,96
n_D^{20} 1,4893 — 1,4845
α_D +1° 55′ — 4° 20′
S. Z. 0,9 — 2,8
E. Z. 27 — 43

Das ätherische Öl reagiert sauer und ist im halben bis gleichen Volumen 90%igen Alkohols löslich, zuweilen unter Paraffinabscheidung. Die nicht aus Ledumkampfer bestehenden Anteile des Öls haben einen Siedepunkt zwischen 180 und 250°.

In eigenen quantitativen Versuchen wurde das ätherische Öl in den einzelnen Pflanzenteilen im Verlauf eines ganzen Jahres untersucht.

Die Bestimmung des ätherischen Öls geschah durchschnittlich fünf Wochen nach der jeweiligen Ernte.

Obwohl bei den anatomischen Untersuchungen an den älteren Zweigen und der Wurzel keine Öldrüsen festgestellt wurden, wurden diese Pflanzenteile trotzdem der Wasserdampfdestillation unterworfen.

Da die Darstellung des ätherischen Öls nach dem D.A.B. VI zu geringe Werte ergab, wurde in den nachfolgenden Versuchen das ätherische Öl durch Wasserdampfdestillation in dem von Gnekow 1938 angegebenen Apparat vorgenommen.

10 g lufttrockene Droge werden von heißem Wasserdampf solange durchströmt, bis 300 ccm überdestilliert sind. Diese 300 ccm werden dreimal mit je 70 ccm Pentan ausgeschüttelt. Die gesammelten Pentanausschüttelungen werden zur Befreiung von Wasser mit $CaCl_2$-Kristallen versetzt. Nach einer Stunde wird von dem $CaCl_2$ abgegossen, und die feuchten $CaCl_2$-Kristalle werden einmal mit 10 ccm Pentan nachgewaschen. Das Pentan wird mit den ersten Pentanausschüttelungen vereinigt und auf dem Wasserbad abdestilliert. Das ätherische Öl wird in einem Rundkolben zur Wägung gebracht.

Das so gewonnene ätherische Öl ist gelb und reagiert neutral; es wird mit der Zeit dickflüssiger und braun und gibt dann eine saure Reaktion. Dagegen wurde aus den getrockneten Sprossen der Juli-Ernte ein gelbes ätherisches Öl dargestellt, das nach etwa einer Stunde zu einer weißen, wachsartigen Masse erstarrte. Ledumkampfer konnte aus ihm weder durch Kältegemisch noch durch Auflösen in Alkohol auskristallisiert werden.

Ein weiterer Unterschied zwischen länger gelagertem ätherischem Öl und frischem Öl liegt in ihrem Verhalten gegen konzentrierte Schwefelsäure.

Bringt man in einer Porzellanschale einen Tropfen frischen, dünnflüssigen, gelben ätherischen Öls mit einem Tropfen konzentr. Schwefelsäure zusammen, so tritt eine orange

und z. T. schwarze Färbung ein, die auf Zusatz von konzentr. Salpetersäure langsam in gelb übergeht.

Altes braunes ätherisches Öl (ein halbes Jahr gelagert) dagegen verkohlt sogleich beim Zusammenkommen mit konzentr. Schwefelsäure mit einem deutlich hörbaren puffenden Geräusch.

Der Geruch des Öls war je nach den Pflanzenteilen und den einzelnen Jahreszeiten verschieden.

Aus den Blüten wurde ein Öl gewonnen, das wohl den typischen Ledumgeruch aufwies, aber sehr viel milder und angenehmer duftete. Die nach der Blüte entstehenden frischen Jungtriebe (Juni) enthielten ein völlig anders riechendes, fast zitronenmelissenartig duftendes Öl, das zum August hin den unangenehmen muffigen Ledumgeruch annahm. Dieser typische, scharfe Ledumgeruch (Chenopodiumterpentinartig) wurde während des Winters bis zum April hin immer strenger in den Sproßspitzen.

Der Geschmack des Öls wies bei den verschiedenen Organen keinerlei Unterschied auf. Er ist scharf, anhaltend anästhesierend, unangenehm durchdringend.

Das ätherische Öl von den Sproßspitzen (eigene Ernte April 1937, Herba Ledi palustris) besaß eine Dichte von 0,9313 und einen Brechungsindex $n_D^{20} = 1{,}4791$.

Die Dichte des ätherischen Öls aus der Blütendroge (eigene Ernte Ende Mai 1937, Herba Ledi palustris cum floribus) betrug 0,9304, sein Brechungsindex war $n_D^{20} = 1{,}4856$.

Über die mengenmäßige Verteilung in den verschiedenen Jahreszeiten und Pflanzenteilen gibt Tabelle 10 Auskunft. (Wegen nur geringfügiger Schwankungen wurden einige Monatsergebnisse zu Mittelwerten zusammengezogen.)

Tabelle 10.

Gehalt an ätherischem Öl der einzelnen lufttrockenen Pflanzenteile während eines ganzen Jahres in %.

Erntezeit	Sproßspitzen 3–5 cm lang		Laubblatt		Florale Knospe		Blüte	Stengel von			Ast und Wurzel
								Jungtrieb		1- bis 2jährigen Zweigen	
	nicht überwintert	überwintert	nicht überwintert	überwintert	nicht überwintert	überwintert		nicht überwintert	überwintert		
Jan./Febr.		1,48		1,25		1,42			0,67		
März		1,47		1,34		1,60			0,64		
April		1,88		1,61		1,91			0,63		
		1,89		1,91		2,08				0	0
Mai		2,04		1,98		2,11					
Blütezeit.		2,46					2,67*				
Juni.....	2,24		2,47					0,5	0		
Juli	1,34		1,93					1,17	0		
Aug /Sept.	1,53		1,32		1,39			0,92	0		
Okt./Dez.	1,48		1,25		1,42			0,76	0		

Völlig frei von ätherischem Öl sind die Wurzel, das Stammholz und die über 1 Jahr alten Stengel. Den höchsten Gehalt an ätherischem Öl weist die Blüte mit 2,67% auf.

In der Knospe steigt der ätherische Ölgehalt von der Bildung der Knospe an kontinuierlich bis zur Blütezeit.

Die Blätter weisen im Jugendstadium den höchsten ätherischen Ölgehalt auf. Dieser fällt dann im Laufe des Sommers zum Winter hin auf ungefähr die Hälfte. Vom Frühjahr (März) ab steigt der Ölgehalt wieder ziemlich schnell bis zur Blütezeit, erreicht aber den Gehalt seines Jugendstadiums nicht ganz wieder.

Der Stengel enthält in seinem Jugendstadium ebenfalls ätherisches Öl, das im Laufe des Jahres verloren geht.

Untersucht man von Ledum pal. die 3—5 cm langen Sproßspitzen während eines ganzen Jahres, so erhält man eine steigende und fallende Kurve. Ihr Steigen und Fallen ist bedingt durch die jeweilige Zusammensetzung der Sprosse, ob sie aus Altblättern mit Stengel bestehen, Blüten tragen oder vorwiegend Jungblätter haben.

Diese Kurve weist ihren Höhepunkt zur Zeit der Blüte auf. Demnach enthält eine Droge, die zur Blütezeit gesammelt ist, weit mehr ätherisches Öl als die im April vor der Blütezeit gesammelte Droge. Nach der Blütezeit sinkt der Gehalt des Krautes bis zum Juli. Das zu dieser Zeit (Juli) gewonnene Öl unterscheidet sich auch durch seine weiche, wachsartige Konsistenz von all dem übrigen Öl. Während des Spätsommers steigt der Gehalt an ätherischen Öl bis zum September dann wieder etwas an. Während des Winters sinkt er langsam ab. Er steigt erst sehr rasch im April zur Blütezeit hin.

Die quantitativen Ausbeuten an ätherischem Öl aus den eigenen Ernten lagen höher als die in der Literatur angegebenen Mengen (z. B. Gildemeister 1931: 0,16—2%; Wehmer 1935 (nach Suzuki): nur 0,43%.

Der Gehalt an ätherischem Öl bei verschiedenen Handelsdrogen betrug zwischen 0,49 bis 1,20%. Hiervon besaß eine dreißig Jahre lang gelagerte Droge 0,49% Öl, das braun und völlig verharzt und fest war.

Isolierung und Spaltung der Glykoside.

Arbutin und Ericolin.

Arbutin, das sich verhältnismäßig häufig in den Ericaceen findet, wurde bei Led. pal. zuerst von Willigk 1852 nachgewiesen. Zechner 1931 gibt einen Gehalt von 0,35 bis 0,42% Arbutin an, den er aber nur jodometrisch ermittelt hat, da eine Reindarstellung und gewichtsmäßige Bestimmung nicht gelang. Seitdem ist über Arbutin des Sumpfporstes nicht mehr gearbeitet worden.

Willigk 1852 fand in den Blättern des Sumpfporstes neben dem schon erwähnten Arbutin und ätherischem Öl einen harzartigen Körper, der bei der Destillation mit Schwefelsäure unter CO_2-Entwicklung mit Wasserdämpfen ein weiteres, flüchtiges ätherisches Öl lieferte, das nach seinen Angaben mit dem freien ätherischen Öl im wesentlichen identisch ist. Er nannte diesen harzartigen Körper Ericolin und das daraus gewonnene Öl Ericinol.

Rochleder und Schwarz 1853 fanden kurz darauf ebenfalls in Ledum pal. das Ericolin und beschrieben auch seine Spaltung in Ericinol und Glukose. Kanger 1903 macht darauf aufmerksam, daß sämtliche in der Literatur angegebenen Formeln für Ericolin verschieden sind, was er dadurch erklärt, daß das Ericolin nach seinen eigenen Untersuchungen bei Vaccinium vitis idea kein einheitlicher Körper ist. Auch Wehmer erwähnt 1931, daß Ericolin in Zucker und ein öliges Ericinol gespalten wird. Er bringt dann ebenfalls Angaben, nach denen das Ericolin ein Gemenge glykosidartiger Harze ist. In einem „Ericolin" des Handels, das aus Led. pal. dargestellt sein soll, haben Dieterle und Dorner 1937 nur Arbutin gefunden. Die Darstellung eines ölhaltigen Ericinols aus dem „Ericolin" ist ihnen nicht gelungen. Sie bezeichnen deshalb das Ericolin als einen nicht einheitlichen Körper, sondern als verunreinigtes Arbutin und schlagen vor, den Begriff „Ericolin" aus der Literatur zu streichen.

Darstellung des Glykosides Arbutin und des Aglukons des Ericolins, Ericinol, aus Herba Ledi pal.

Als Ausgangsmaterial für die folgenden Untersuchungen wurde eine Droge des Handels benutzt (Ernte 1936 plv. gross.).

1 kg Herba Led. pal. wird mit 6 kg heißen Wassers (ca. 80°) übergossen und 24 Stunden unter Umrühren auf dem Wasserbad erhitzt. Nach dem Erkalten wird die Abkochung koliert und der Rückstand ausgepreßt. Die klare Kolatur und Pressung werden zusammen mit Bleiessig im Überschuß versetzt. Nach dem Absetzen des Niederschlages wird abfiltriert und zweimal mit Wasser nachgewaschen. Das Filtrat wird mit den Auswaschungen vereinigt und das Blei in der Kälte mit Schwefelwasserstoff gefällt. (Zum besseren Ausfällen des Bleisulfids wird vor dem Einleiten des Schwefelwasserstoffs etwas Alkohol zugesetzt [ca. 250 g]). Es wird vom Bleisulfid abfiltriert und gewaschen. Das klare, fast wasserhelle Filtrat wird auf dem Wasserbad zur Trockene eingeengt. Es hinterbleibt eine braune, spröde, im Bruch klebrige, hygroskopische und bitter schmeckende Substanz A. Sie schmilzt auf dem Wasserbad, erstarrt aber beim Abkühlen.

Eine Probe der Substanz A wurde in einer Porzellanschale mit einem Tropfen konzentr. Schwefelsäure versetzt. Nach 1—2 Minuten trat eine deutliche Rotfärbung ein, die bei Zusatz von 2 Tropfen konzentr. Salpetersäure langsam in gelb überging. (Reaktion des Ergänzungsbuches III, S. 37, zum D.A.B. IV auf Arbutin.) Hierdurch erwies sich die Substanz als Arbutin-haltig.

Eine weitere Probe der Substanz A wurde auf Ericolin folgendermaßen untersucht: Eine Probe der Substanz wurde in einem Reagenzglas in etwas Wasser aufgelöst und mit verdünnter Schwefelsäure versetzt. Beim Erhitzen dieser Lösung trat ein deutlicher aromatischer Geruch auf: Ericinol.

Auf Grund dieser beiden Reaktionen wurde die Substanz zur Isolierung des Arbutins und Ericolins in zwei getrennten Verfahren folgendermaßen untersucht.

I. Isolierung des Arbutins aus Substanz A.

Die Substanz A wird mit 96%igem Alkohol am Rückflußkühler zweimal eine Stunde ausgekocht. Die vereinigten braun gefärbten Alkoholauszüge werden auf ein Drittel ihres Volumens eingeengt. Beim Abkühlen dieser Lösung fallen keinerlei Kristalle aus (trotz Impfung). Beim Abdunsten des Alkohols hinterbleibt eine schmierig braune Substanz, die die oben erwähnte Arbutinreaktion gibt.

Da durch diese Methode das Arbutin nicht kristallinisch zu gewinnen war, wurde folgendermaßen vorgegangen:

Die Substanz A wird mit Essigäther am Rückflußkühler zweimal eine halbe Stunde ausgekocht. Die klaren, schwach gelb gefärbten Extraktionen werden heiß abgegossen. Beim Kühlen zeigen sie eine Trübung, die nach dem Einengen auf ein Drittel zu einer deutlichen gelb-braunen Fällung wird. Die Fällung zeigt die oben erwähnte Arbutinreaktion.

Da ebenfalls durch diese Methode das Arbutin nicht kristallinisch zu erhalten war, wurde ein dritter Weg eingeschlagen:

Die Substanz A wird in wenig Wasser gelöst und die Lösung mit Bleiazetat im Überschuß versetzt. Es wird von der Bleifällung abfiltriert und das Filtrat durch Einleiten von Schwefelwasserstoff in der Kälte unter Zusatz von Alkohol vom Blei befreit. Das gefallene Bleisulfid wird abfiltriert und das fast wasserklare Filtrat zur Trockene eingedampft. Es hinterbleibt ein hygroskopischer, hellbrauner Rückstand. Dieser wird getrocknet, mit feinem Sand verrieben und mit Essigäther dreimal eine halbe Stunde am Rückflußkühler total extrahiert. Der Essigätherextrakt ist hellgelb und klar. Er wird heiß abgegossen. Die vereinigten Extraktionen werden auf die Hälfte eingeengt und zeigen beim Erkalten (Eisschrank) eine Trübung, die sich als chromgelbe, voluminöse Masse am Boden absetzt. Es wird vom Bodensatz abgegossen. Es hinterbleibt eine hygroskopische und gelbe, an der Luft nachdunkelnde, zäh klebrige Masse. Sie wird trocken mit Sand verrieben und am Rückflußkühler zweimal mit Äther ausgezogen. Der Äther wird vom Rückstand (Rückstand D) heiß abgegossen. Die Ätherlösung wird abdestilliert. Es hinterbleibt eine geringe, nicht kristallinische Masse, die die oben erwähnte Arbutinreaktion zeigt. Sie wird mit Azeton aufgenommen. Die Azetonlösung wird vom Ungelösten abgegossen und mit der doppelten Menge Äther versetzt. Dabei fällt nach kurzer Zeit eine gelbe, voluminöse Masse, die deutliche Arbutinreaktion zeigt.

Der Rückstand D wird mit Azeton am Rückflußkühler dreimal eine halbe Stunde extrahiert. Die heiß abgegossenen Extraktionen ergeben beim Erkalten eine Trübung; beim Übersättigen mit Äther fällt ein reichlicher gelber voluminöser Niederschlag. Dieser Niederschlag ist nach dem Trocknen im Exsikkator eine weißlich gelbe, trockene pulvrige Substanz, die sich trotz häufigen Aufnehmens mit Alkohol und Ausfällen mit Äther nicht kristallisieren läßt. (Ein Impfen der Lösung mit Arbutinkristallen führt ebenfalls nicht zur Kristallbildung.)

Die so erhaltene pulvrige Substanz gab die oben erwähnte Arbutinreaktion am reinsten, ebenfalls gab nur diese Substanz mit Eisenchlorid in wäßriger Lösung eine schwache Blaufärbung. (Reaktion des Ergänzungsbuches III, S. 37 zum D.A.B. IV auf Arbutin.) Durch diese Reaktionen erwies sich die Substanz also als Arbutin, obwohl die kristallinische Form nicht erhalten werden konnte.

Der Grund hierfür ist wohl der an sich zu geringe Gehalt an Arbutin in Ledum pal..

II. Isolierung der Spaltprodukte, Ericinol und Hydrochinon, aus Substanz A.

A. Ericinol.

Die Substanz A wird mit 3%iger Schwefelsäure unter Ersetzen des abdestillierten Wassers 3 Stunden am absteigenden Kühler destilliert. Das Destillat wird in eisgekühlter Vorlage aufgefangen. Es ist eine milchig trübe Lösung von saurer Reaktion (Kohlensäure) und stark aromatischem Geruch. Nach kurzer Zeit scheiden sich in dem Destillat gelbe Flocken aus. Das Destillat wird dreimal mit Petroläther ausgeschüttelt, in dem die Flocken sich lösen. Die vereinigten Petrolätherausschüttelungen werden abdestilliert. Es hinterbleibt eine goldgelbe ölige Flüssigkeit, die an der Luft schnell braun wird: Ericinol.

Das Ericinol ist ein Spaltprodukt eines Glykosids („Ericolin"?), das aber selbst nicht isoliert werden konnte.

Das Ericinol, von dem bisher nur Willigk einige Eigenschaften aufzählt, riecht scharf aromatisch, ledumartig und hat einen scharfen, anhaltenden, anästhesierenden, unangenehmen Geschmack.

Die wenigen bisher nur durch Willigk bekannten Angaben über das Ericinol konnten im folgenden erweitert werden.

Das Ericinol hinterläßt auf dem Papier einen braunen, bleibenden Fettfleck. Das frisch gewonnene Ericinol ist goldgelb und zeigt gegen Lackmus neutrale Reaktion. Sein Brechungsexponent ist $n_D^{20} = 1{,}4941$, nach drei Stunden beträgt er schon $n_D^{20} = 1{,}4958$; auch ist das Ericinol schon dunkler geworden. Nach acht Tagen ist das Ericinol hellbraun gefärbt und zeigt schwach saure Reaktion; sein Brechungsexponent beträgt dann: $n_D^{20} = 1{,}4980$.

An diesem Ericinol konnten folgende Farbreaktionen festgestellt werden:

1. 1 Tropfen des Ericinols wird in einer Porzellanschale mit 1 Tropfen konzentr. Schwefelsäure versetzt. Es tritt eine blutrote Färbung auf, die schnell in lila umschlägt. Diese Lilafärbung geht langsam wieder in fleischfarben über. Setzt man jetzt 2 Tropfen konzentr. Salpetersäure zu, so tritt wieder ein Farbumschlag in Lila ein, der bestehen bleibt.
2. 1 Tropfen des Ericinols wird in einem Reagenzglas mit Wasser unter starkem Umschütteln emulgiert und mit konzentr. Schwefelsäure unterschichtet. Es tritt an der Berührungszone ein schwach gelbbrauner Ring auf, über dem sich nach etwa 20 Min. bis einer Stunde ein deutlich roter Ring bildet. Nach etwa 24 Stunden nimmt die ganze überstehende Flüssigkeit diese Rotfärbung an.
3. Eine Lösung von Ericinol in Thymolspiritus (20%), mit gleichen Teilen konzentr. Schwefelsäure versetzt, gibt eine tiefrote Färbung.

Die beschriebene Darstellungsweise des Ericinols läßt vermuten, daß der Körper in der Pflanze glykosidartig gebunden vorliegen kann, und nach der Spaltung durch Schwefelsäure mit Wasserdämpfen flüchtig ist.

Es wurde deshalb weiter versucht, das Ericinol unmittelbar aus der Droge durch Destillation mit verdünnter Schwefelsäure zu gewinnen.

50 g Droge werden zur Befreiung von dem vorhandenen ätherischen Öl mit Wasserdampf abdestilliert. (Das Drogengut befindet sich im Gegensatz zu der oben beschriebenen ätherischen Öl-Darstellung direkt im kochenden Wasser.) Hierauf wird die Destillation unterbrochen und das erhaltene trübe Destillat durch Ausschütteln mit Petroläther weiterhin auf ätherisches Öl verarbeitet.

Das vom ätherischen Öl befreite Drogengut wird jetzt mit 5%iger Schwefelsäure einer zweiten Destillation unterworfen.

Das Destillat ist wieder trübe und hat den gleichen Geruch wie das ätherisches Öl enthaltende Destillat. Durch Ausschütteln mit Petroläther und Abdestillieren des Petroläthers wird wieder eine ölige Masse, Ericinol, gewonnen.

Das so gewonnene Ericinol hat den Brechungsindex: $n_D^{20} = 1{,}4958$ und zeigt die gleichen Reaktionen wie das im Bleiessigverfahren gewonnene Ericinol.

Das bei diesem Gang erhaltene freie ätherische Öl besitzt denselben Brechungexponenten $n_D^{20} = 1{,}4958$. Es unterscheidet sich aber durch folgende Eigenschaften und Reaktion vom Ericinol:

Es ist dünnflüssiger, hellgelb und hinterläßt einen farblosen, bleibenden Fettfleck.

1 Tropfen des ätherischen Öls mit 1 Tropfen konzentr. Schwefelsäure in einer Porzellanschale zusammengebracht, wird orange, z. T. gleich schwarz. Auf Zusatz von konzentr. Salpetersäure tritt eine Gelbfärbung ein.

Übereinstimmend mit dem Ericinol gibt das ätherische Öl die Reaktionen 2. und 3. (siehe oben).

Aus obigen Untersuchungen geht hervor, daß das Ericinol ein latentes, glykosidartig gebundenes ätherisches Öl ist und neben dem freien ätherischen Öl in der Pflanze vorkommt.

Es scheint zwischen dem Ericinol und dem ‚freien' ätherischen Öl eine sehr enge Verwandtschaft zu sein. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Pflanze jeweils ihr freies ätherisches Öl selbst aus dem glykosidartig gebundenen Ericinol, dem Ericolin, abspaltet.

Das ‚freie' ätherische Öl ist also mit dem direkt aus der Droge nach Schwefelsäurezusatz mit Wasserdampf überdestillierten Ericinol identisch.

Die schnellere Braunfärbung des Ericinols und das verschiedene Verhalten gegen konzentrierte Schwefelsäure in Reaktion 1) ist wahrscheinlich nur bedingt durch chemische Veränderungen, die bei der künstlichen Spaltung mit Schwefelsäure im Gegensatz zur natürlichen Spaltung beim Stoffwechsel der Pflanze vor sich gehen.

Auch eine Destillation der Wurzel und unterirdischen Sproßorgane ergab das Vorhandensein von ‚latentem' ätherischem Öl (Ericinol), obwohl das ‚freie' ätherische Öl in den unterirdischen Organen nicht vorkommt.

Da bei der anatomischen Untersuchung der ganzen Pflanze das ätherische Öl nur in den drüsigen Schildhaaren und Drüsenköpfchen festgestellt wurde, scheint lediglich in diesen Organen die natürliche Abspaltung des ‚freien' ätherischen Öls aus dem Glykosid (Ericolin) vor sich zu gehen.

Bei der auf S. 62 unter II A beschriebenen Abspaltung des flüchtigen Ericinols erfolgte gleichzeitig eine Spaltung des Arbutins in Hydrochinon und Glukose. Beide Spaltungsprodukte blieben in der schwefelsauren Lösung zurück.

B. Hydrochinon.

Dieser Rückstand der schwefelsauren Destillation wird zur Darstellung des Hydrochinons dreimal mit Äther ausgeschüttelt. Die braun gefärbte Ätherlösung wird mit Tragant und Kohle zur Entwässerung und Entfärbung behandelt. Die jetzt wäßrige klare Ätherlösung färbt sich an der Luft schnell gelb und beim Eindampfen braun. Es hinterbleibt ein brauner, zäher, amorpher Rückstand, der trotz verschiedener Reinigungsversuche nicht kristallisierbar ist. Die Substanz reduziert in der Hitze Silbernitratlösung und Fehlingsche Lösung in der Kälte und erweist sich dadurch als Hydrochinon. Ebenfalls ist die Braunfärbung der Hydrochinonlösung an der Luft charakteristisch.

Es wurden also in Led. pal. Arbutin und sein Spaltprodukt, das Hydrochinon, nachgewiesen. Außerdem kann auf das Vorhandensein von Ericolin durch sein Spaltprodukt, das Ericinol, geschlossen werden.

Damit sind die Ergebnisse von Willigk 1852 und Rochleder und Schwarz 1853 bestätigt, und der Begriff Ericolin dürfte wohl nicht aus der Literatur zu streichen sein, da es durch sein Spaltprodukt, das Ericinol, in Led. pal. nachgewiesen werden konnte.

Jedenfalls wird man danach das „Ericolin"problem erneut angreifen müssen, zumal die von Dieterle erfolgte Ablehnung der Existenz dieses Körpers sich nur auf Arbeiten mit einem Handelspräparat, wie schon erwähnt, und auf ein aus uva ursi isoliertes „Ericolin" stützt.

Prüfung auf Alkaloide.

Eine Prüfung von Led. pal. auf Alkaloide wurde lediglich von Meißner 1826 (Ph. borussica 1830) mit negativem Erfolg durchgeführt. In eigenen Versuchen wurden

50 g Droge mit 90%igem Alkohol, der mit HCl (1%) versetzt war, drei Tage ausgezogen. (Die Wurzeldroge färbt sich nach kurzer Zeit intensiv rot.) Es wird dann abfiltriert und die klare Flüssigkeit auf dem Wasserbad zur Trockene eingedampft. Der braune, trockene Rückstand wird mit 5%iger kalter Salzsäure aufgenommen. Es wird vom Unlöslichen abfiltriert. Das klare, rotgefärbte Filtrat wird mit Kohle entfärbt.

Die Lösung ergab mit folgenden Alkaloidreagenzien Fällungen:

Phosphorwolframsäure, Natriumwolframatlösung, Mandelins Reagenz; so daß auf eine Pflanzenbase geschlossen werden konnte.

Zur Darstellung dieser Pflanzenbase wurde die klare Lösung mit KOH im Überschuß versetzt und sogleich mit Äther ausgeschüttelt. Es fiel ein weißer Niederschlag, der zum größten Teil aus Metallhydroxyden (Aluminium) bestand. Die klare Ätherlösung wurde abgedunstet, es blieb eine Spur einer gelblich-öligen Masse zurück, die sich in 2%iger HCl klar löste und mit folgenden Reagenzien Fällungen gab:

Phosphorwolframsäure, Natriumwolframatlösung, Mandelins Reagenz, Mayers Reagenz (Trübung), Gerbsäure (Trübung).

In Froehdes Reagenz löste sich die Substanz mit nicht charakteristischer, braunroter Farbe.

Eine Kristallisation gelang nicht. Doch muß nach den obigen Vorversuchen auf das Vorhandensein von Pflanzenbasen geschlossen werden, die die Möglichkeit eines Alkaloids offen lassen.

Bei einer größeren Menge Ausgangsmaterial wäre wahrscheinlich eine Isolierung möglich.

Organische Säuren.

Wie schon erwähnt, finden sich in der Literatur nur alte Angaben über das Vorhandensein von organischen Säuren. Folgende organische Säuren konnten eindeutig nachgewiesen werden:

Es wurde ein 10%iges Decoct mit Kohle entfärbt. Das wasserklare Filtrat wurde versetzt mit:

1. Calciumchloridlösung in der Kälte im Überschuß. Es schied sich nach etwa 24 Stunden ein kristallinischer Niederschlag aus, der in verdünnter Essigsäure löslich war: Weinsäure;
2. Calciumchloridlösung und minutenlang gekocht. Es bildete sich ein kristallinischer Niederschlag, der zum Teil in der Kälte löslich war: Zitronensäure;
3. mit dem doppelten Volumen absoluten Alkohols und schwach erwärmt. Es trat eine starke Trübung, später Fällung ein: Äpfelsäure.

Es wurde eine 10%ige Mazeration der Droge mit verdünnter Salzsäure hergestellt. Der Auszug wurde mit Kohle entfärbt, mit Ammoniak neutralisiert (es traten Fällungen auf, die abfiltriert wurden), und dann mit Essigsäure angesäuert und Calciumchloridlösung im Überschuß zugesetzt. Es schied sich nach etwa 24 Stunden ein kristallinischer Niederschlag ab: Oxalsäure.

Extraktionen von verschiedenen Drogenformen.

Um weitere, bisher noch nicht erfaßte Stoffe isolieren zu können, wurde eine Reihe von Extraktionen mit verschiedenen organischen Lösungsmitteln durchgeführt.

Ferner wurden bei einzelnen Pflanzenteilen die qualitative und quantitative Ausbeute festgestellt:

Als Ausgangsmaterial wurden von je 10 g Droge (eigener Ernte, soweit nichts anderes vermerkt ist), die grob gemahlen und lufttrocken verarbeitet wurde, ausgegangen.

Sämtliche Extraktionen wurden bis zur völligen Erschöpfung des Drogengutes mit dem Soxhletschen Extraktionsapparat durchgeführt (ausgenommen die wäßrigen Auszüge).

1. Wurzel.

Totalextraktion mit Petroläther.

Nach dem Abdestillieren des Petroläthers blieb eine körnige, durchsichtige, gelbe, weiche, harzige Masse zurück. Die Ausbeute betrug nach dem Trocknen im Exsikkator 2,75%. Der Geruch war ledumartig, aber nur sehr schwach; der Geschmack war wenig ausgeprägt, ranzig-wachsig.

2. Blüte.

a) Totalextraktion mit Pentan.

Die dunkelgrüne Lösung wurde abdestilliert. Nach dem Trocknen blieb eine wachsartige, gelbgrüne Masse zurück. Ausbeute: 7,13%.

b) Totalextraktion mit Petroläther (Sdp. 50—60°).

Nach dem Abdunsten des Petroläthers blieb eine weiche, helle, schmutzig gelbgrüne Substanz zurück, von fettiger Konsistenz. Ihr Geschmack war sehr bitter, sehr brennend, mit kühlem Nachgeschmack. Ausbeute: 6,7%.

c) Totalextraktion mit Benzin (Sdp. 70—90°).

Beim Abkühlen der gelben Flüssigkeit schieden sich weiße, paraffinartige Massen ab, die abfiltriert wurden. Auf dem Filter blieb eine graue paraffinartige Substanz zurück. Ausbeute: 1,22%.

Das intensiv gelbe, fruchtartig riechende Filtrat wurde auf dem Wasserbad zur Trockne eingeengt. Der Rückstand betrug: 5,98%.

3. Sproßspitzen.

a) Totalextraktion mit Petroläther.

I. Ernte Juni, etwa vier Wochen alt.

Nach dem Abdestillieren des Petroläthers blieb eine weiche gelbgrüne Substanz zurück von fettiger Konsistenz. Ihr Geschmack war schwach kühlend, mild aromatisch, mit bitterem Nachgeschmack. Ausbeute: 7,02%.

II. Handelsdroge.

Der Rückstand war eine braungrüne, wachsartige Masse und von intensiverem Geschmack als die der Juniernte. Ausbeute: 7,11%.

III. Blütendroge (Ernte Ende Mai 1937).

Es ergab sich eine wachsartige, hellbräunlich-grüne Masse von durchdringend bitterem, schwach anästhesierendem Geschmack. Ausbeute: 7,89%.

b) Totalextraktion mit Alkohol (96%).

I. Ernte April: Ausbeute: 34,62% Trockensubstanz.

II. Blütendroge (Ernte Ende Mai): Ausbeute: 35,34% Trockensubstanz.

c) Totalextraktion mit Wasser.

I. Ernte April: Ausbeute: 28,39% Trockensubstanz.

II. Blütendroge (Ernte Ende Mai): Ausbeute: 31,53% Trockensubstanz.

Zur quantitativen Bestimmung des Gerbstoffs wurden, wie S. 54 angegeben, alkoholische Extraktionen der einzelnen Pflanzenteile in den verschiedenen Jahreszeiten durchgeführt.

Diese alkoholischen Auszüge, die im Tageslicht ein verschiedenfarbiges Aussehen hatten, wurden unter der Analysen-Quarzlampe geprüft.

Dabei ergab sich, daß die einzelnen Organe in den einzelnen Jahreszeiten kein unterschiedliches Verhalten zeigten, dagegen wiesen die Organe unter sich verschiedene Färbungen auf, wie Tabelle 11 angibt.

Tabelle 11.

Farben der alkoholischen Auszüge der einzelnen Pflanzenteile bei Tageslicht und unter der Analysen-Quarzlampe.

Pflanzenteil	Farbe des alkoholischen Auszuges bei Tageslicht	unter d. Quarzlampe
Knospe	dunkelgrün	weinrot
Laubblatt	dunkelgrün	rötlich-lila
Stengel von:		
Jungtrieb	grün	rötlich-blau
1—2jähr. Zweig	hellgrün	violett-blau
Ast	gelb	hellblau
Wurzel	gelb	intensiv hellblau
Kontrolle (reiner Alkohol)	farblos	schwach violett-blau

Außer diesen Extraktionen, die jeweilig mit einem Lösungsmittel ausgeführt wurden, fand dann noch eine Serienextraktion der Droge mit verschiedenen organischen Lösungsmitteln statt.

80 g Droge (Sproßspitzen eigener Ernte, April) wurden mit folgenden Lösungsmitteln nacheinander bis zur Erschöpfung ausgezogen:

A) Petroläther
B) Äther
C) Chloroform
D) Benzol
E) Methanol.

Die einzelnen Auszüge hatten bei Tageslicht und unter der Quarzlampe folgende Farben (Tabelle 12):

Tabelle 12.

Farben der einzelnen Auszüge der Serienextraktion bei Tageslicht und unter der Analysen-Quarzlampe.

Extraktionen mit:	Farbe bei Tageslicht	Farbe unter der Quarzlampe	des reinen Extraktionsmittels unter der Quarzlampe
A. Petroläther	schmutzig braun-grün	blutrot	prakt. farblos
B. Äther	dunkelgrün	bräunlich-weinrot	prakt. farblos
C. Chloroform	braun	violett	intensiv hellblau
D. Benzol	schwach gelbgrün	hell-lila	prakt. farblos
E. Methanol	schmutzig braun-grün	grau-violett	schwach grau-blau

Extraktion A (Petroläther).

Aus dem schmutzig braun-gelben Extrakt schied sich beim Abkühlen ein gelber, kleinflockiger Niederschlag ab, der abfiltriert wurde (Filtrat I). Dieser löste sich in kaltem Azeton völlig mit gelber Farbe auf. Aus dieser Azetonlösung fiel beim Versetzen mit Petroläther die Substanz zum Teil wieder aus als eine fast weiße amorphe Masse, die abfiltriert wurde. Im gelben Azeton-Petroläthergemisch (Filtrat) gelöst, blieb eine Substanz zurück, welche nach dem Abdestillieren des Gemisches eine ockergelbe Farbe und einen widerlich durchdringenden Geruch hatte.

Das erkaltete Filtrat I wurde zur Trockene eingeengt. Der Rückstand war eine wachsartige, schmutzig braun-grüne Masse, die in dünner Schicht gelb und durchsichtig war. Die Ausbeute der Extraktion betrug 7,52%.

Dieses W a c h s, das bisher noch nicht beschrieben ist, roch scharf aromatisch. Der Geschmack war durchdringend bitter, anästhesierend. Das Wachs hatte unter der Quarzlampe eine helle, zinnoberrote Farbe. Für das Wachs wurden folgende Konstanten festgestellt:

Smp. (nach D. A. B. VI) .	46,6°
Tropfpunkt	48°
Dichte (Pyknometer) . .	0,9442
Brechungsindex (Abbésches Refraktometer) . . .	n_D^{56} 1,4607—1,4613

Da die Ausbeute nicht ausreichte, die Bestimmung der folgenden Konstanten, wie es das D. A. B. VI vorschreibt, jeweils mit neuer Substanz auszuführen, wurden mehrere Analysengänge miteinander verkoppelt und so folgender Gang durchgeführt:

Etwa 2 g Ledum-Wachs werden genau gewogen, in 50 ccm warmem neutralisierten Alkohol (96%) gelöst und mit alkoholischer n/2 KOH warm titriert (Phenolphtalein).

S.-Grad = 41,72
S. Z. = 23,41

Zu dieser Lösung wird noch so viel n/2 weingeistige KOH zugesetzt, daß die gesamte Menge der zugegebenen Menge 25 ccm beträgt. Diese ganze Lösung wird auf dem Wasserbad etwa eine Stunde verseift und die überschüssige KOH mit n/2 Schwefelsäure zurücktitriert.

V. Z. = 77,22
E. Z. = 53,81

Die ganze Lösung wird weiter auf 30 ccm eingeengt, mit 20 ccm weingeistiger n/2 KOH versetzt und eine Stunde im Sieden gehalten. Nach dem Abkühlen wird die Lösung mit Petroläther viermal ausgeschüttelt. Die vereinigten trüben Petrolätherauszüge werden zur Klärung nochmals mit Wasser ausgeschüttelt. Nach dem Abtrennen im Scheidetrichter wird die Petrolätherlösung eingedampft und der gelbbraune, vaselinähnliche u n v e r s e i f b a r e Anteil getrocknet und gewogen.

Unverseifbarer Anteil: 40,76%.

Der unverseifbare Anteil wird in 25 ccm Tetrachlorkohlenstoff warm gelöst, abgekühlt, mit 25 ccm Jodlösung (nach W i j s) versetzt. Nach zweieinhalbstündigem Stehen am dunklen Ort werden 20 ccm einer 10%igen KJ-Lösung und 100 ccm Wasser zugefügt, dann mit Natriumthiosulfat (Stärke) zurücktitriert.

J. Z. des unverseifbaren Anteils = 41,19.

Die verseifte Lösung (das vom unverseifbaren Anteil Befreite) wird mit verdünnter Salzsäure (Methylrot) angesäuert und im Scheidetrichter mit Äther dreimal ausgeschüttelt.

Die Fettsäuren werden von dem Äther mit brauner Farbe aufgenommen. Die vereinigten Ausschüttelungen werden durch trockenes Natriumsulfat filtriert und das Filtrat durch Abdestillieren vom Äther befreit. Der feste grünbraune Rückstand wird zur Wägung gebracht.

Die Ausbeute ergibt den Gehalt an Fettsäuren des verseifbaren Anteils: = 44,13% .

Diese Fettsäuren des verseifbaren Anteils werden in Alkohol (96%) warm gelöst und mit weingeistiger n/2 KOH warm titriert. Daraus ergibt sich die Neutralisationszahl.

Neutralisationszahl = 138,6.

Aus diesen vorliegenden Werten lassen sich folgende weitere Konstanten für das Wachs errechnen:

Freie Fettsäure . . . . . = 11,78%
Hehnerzahl (= % der in Wasser unlöslichen Fettsäuren + unverseifbaren Anteil) . . . = 84,89
Glyzeringehalt . . . . . = 2,94%
Mittleres Molekulargewicht der Fettsäuren: M = 179,4

In einem zweiten Gang wird die Jodzahl für das ganze Wachs bestimmt. Die Methode ist die gleiche wie bei der Jodzahlbestimmung des unverseifbaren Anteils.

J. Z. = 55,97.

Extraktion B (Äther).

Die grüne Lösung fluoresziert braun. Nach dem Abdestillieren des Äthers bleibt ein hellgrüner trockener Rückstand, dessen Farbe unter der Quarzlampe weinrot ist. Der stark sauer riechende Rückstand A schmeckt nur schwach bitter.

Ausbeute = 4,48%.

Beim Erhitzen einer Substanzprobe rötet sich darüber gehaltenes Lackmuspapier: flüchtige Säure.

Die Substanz A löst sich in Alkohol (96%) klar mit grüner Farbe. Bei Zusatz von Ammoniak färbt sich diese Lösung langsam braun, nach Zusatz von Säuren nimmt die Lösung wieder die grüne Farbe an; dabei scheidet sich ein flockiger graubrauner Niederschlag ab.

Aus diesem grünen Rückstand A konnte ein Flavonkörper folgendermaßen isoliert werden:

Die Substanz wird mit kaltem Wasser digeriert, nach etwa einer Stunde wird vom Ungelösten abfiltriert. Die wäßrige Lösung, die klar und schwach gelb gefärbt ist und stark sauer reagiert (Lackmus), wird auf dem Wasserbad zur Trockene eingedampft. Es bleibt ein gelblich brauner, schmieriger Rückstand, der in Wasser und Alkohol klar löslich ist.

Da nach älteren Literaturangaben Quercetin oder Quercitrin vorhanden sein soll, und da Quercetin und Quercitrin (an Zitronensäure gebundenes Quercetin) nach Rupe und Schaerer (Klein 1932) Flavanole sind, wurde der nach obigem Verfahren gewonnene Flavonkörper auf Quercetin und Quercitrin nach Rupe und Schaerer (Klein 1932) geprüft: Tabelle 13.

Tabelle 13.

Flavonreaktionen.

Reagenzien nach Rupe und Schaerer	1. Aus Led. pal. isolierter Flavonkörper in *wäßriger* Lösung	2. Quercetin	3. Quercitrin
Kalilauge	gelb, an der Luft langsam Dunkelfärbung	wie bei 1.	k. R. a.*
Ammoniak	gelb, an der Luft langsam Dunkelfärbung	wie bei 1.	k. R. a.
Alkalicarbonat	hellbraun, beim Erwärmen rot	k. R. a.	k. R. a.
H_2SO_4 conc.	erst Rotfärbung, dann braune Fällung	k. R. a.	k. R. a.
Bleiazetat-Lösung	ockergelbe Färbung, die bei Essigsäurezusatz verschwindet	ziegelroter Niederschlag	gelber Niederschlag, der in Essigsäure löslich
Bleiessig	ockergelbe Färbung, die bei Essigsäurezusatz verschwindet	k. R. a.	gelber Niederschlag, der in Essigsäure löslich
Fehlingsche Lösung	beim Kochen positiv	heiß leicht positiv	sehr schwer positiv
	Flavonkörper in *alkohol.* Lösung		
alkohol. $FeCl_3$-Lösung	Grünfärbung, beim Erhitzen beständig	dunkelgrün, beim Erwärmen dunkelrot	intensiv dunkelgelb
Mg + alkohol. Eisessiglösung	k. R.**	Grünfärbung	purpurrot
Eigene Reagenzien	Flavonkörper in *wäßriger* Lösung		
wäßrige $FeCl_3$-Lösung	Grünfärbung, beim Erhitzen rot	—	—
HCl conc.	intensiv goldgelb	—	—

* k. R. a. = keine Reaktion angegeben,
** k. R. = keine Reaktion erhalten.

Das hier beschriebene Flavon deckte sich in seinen Reaktionen mit dem Quercetin und Quercitrin nur in der allgemeinen Reaktion der Flavonkörper gegen Alkalien. Es ist nicht identisch mit Quercetin oder Quercitrin. Da kein anderer flavonartiger Körper gefunden wurde, beruhen die Angaben der Literatur über das Vorkommen von Quercetin oder Quercitrin auf einem alten Irrtum.

Da die Reaktionen des im Ledum pal. gefundenen Flavons mit keiner der bisher bekannten Reaktionen für bestimmte Flavone übereinstimmen, muß auf ein für Ledum pal. eigenes Flavon geschlossen werden.

Dieses Flavon kann auch in der frischen oder getrockneten Blüte nachgewiesen werden, indem die Blumenkronblätter und die Filamente beim Anfeuchten mit konz. Ammoniak oder besser mit konz. Salzsäure sich intensiv goldgelb färben.

Extraktion C (Chloroform).

Die braune extrahierte Flüssigkeit schied beim Erkalten zwei verschiedenartig aussehende harzartige Stoffe ab, die 0,1% der Gesamtausbeute betrugen. Diese wurden abfiltriert.

Das erste Harz hatte eine weiche, klebrige Konsistenz, seine Farbe war schwarz. Der Geschmack war zuerst süß, dann brennend scharf bitter, zuletzt sehr stark anästhesierend.

Das zweite Harz war schuppenartig hellgrün glänzend und von spröder Konsistenz und hatte einen brennend stechenden anästhesierenden Geschmack.

Das eingeengte Filtrat hatte eine bräunlich-grüne, unter der Quarzlampe eine bräunlich-rote Farbe, einen milden, terpentin-kampferartigen Geruch, aber bitteren, aromatischen Geschmack.

Ausbeute: 1,32%.

Die Substanz wurde in einer weißen Porzellanschale mit konz. Schwefelsäure versetzt. Es trat eine Grünfärbung ein, die bei Zusatz von konz. Salpetersäure in Rot, später in Braun umschlug.

Extraktion D (Benzol).

Der Rückstand bestand aus einer schmutzig grünbraunen Substanz, die unter der Quarzlampe eine gelbbraune Farbe hatte. Der Geruch war scharf und widerlich, der Geschmack erst unangenehm bitter, dann intensiv brennend anästhesierend.

Ausbeute: 0,22%.

Die Substanz wurde in einer weißen Porzellanschale mit konz. Schwefelsäure verrieben. Es trat eine hellbraune Färbung ein, die bei Zusatz von konz. Salpetersäure in Rötlichbraun überging.

Extraktion E (Methanol).

Der Rückstand war von schmutzig braungrüner, teils hellgrüner Farbe, die unter der Quarzlampe lila war. Der Geruch war dumpf terpentinartig, der Geschmack bitter adstringierend.

Ausbeute: 7,63%.

Die Substanz wurde in verdünnter Salzsäure (2%) aufgenommen und filtriert. Das goldgelbe Filtrat gab mit folgenden Alkaloidreagenzien Fällungen bzw. Trübungen:

Phosphorwolframsäure Natr.-wolframatlösung	Fällungen
Mayers Reagenz Goldchlorid	Trübungen

Folglich muß nach dem Ergebnis dieser Methanol-Extraktion ebenfalls auf die Anwesenheit eines Alkaloids oder einer Pflanzenbase geschlossen werden.

PHARMAZEUTISCHER TEIL.

Geschichte der Droge.

Nach Fischer 1929 wird Ledum palustre als Arzneipflanze zuerst nachweislich im Kräuterbuch des dänischen Arztes Henrik Harpestreng, der 1224 starb, erwähnt. Hier heißt er „Pors". Dann kommt er wieder vor in den altenglischen Glossen der Alphita und einigen mittelenglischen Medizinbüchern aus dem 14. Jahrhundert.

In Deutschland taucht er zuerst, nach Kroeber 1934, als Arzneimittel in einem Gothaer Arzneibuch aus dem 15. Jahrhundert unter dem Namen „morose" auf. Dann beschreibt ihn Matthiolus in seinem „Commentary in VI libros Pedacy Dioscorides Anazarbei de Medica Materia" von 1598. Er unterscheidet zwei Arten: „Rosmarinum sylvestre" und „Rosmarinum sylvestre minus". Er gibt zu beiden Pflanzen gute Holzschnitte (Abb. 1). Dazu beschreibt er die Pflanze morphologisch und erzählt weiter von ihr und ihrer Anwendungsart:

„Planta est odorata, siquidem folia et flores citreu malum olent, quinetia gustu aromatis nonnihil resipiunt, adstrictione quada relicta. Praefertur haec planta Bohemis contra tineas et blactas, quae vestes lacerant, quare ys eam interponunt. At qui mea quide sententia, ad ea omnia efficax est, ad quae Rosmarinu coronariu praestare diximus, praeterqua ad ciboru condimenta."

Matthiolus gibt dem Sumpfporst also dasselbe Anwendungsgebiet in arzneilicher Hinsicht wie dem Rosmarinus officinalis und erwähnt Rosmarinus sylvestre außerdem als Bierwürze und Ungeziefermittel.

Obwohl Schroeder 1718 den Sumpfporst in der Liste der in den Apotheken gebräuchlichsten Kräuter aufführt, ist er doch in den Dispensatorien und Rezeptsammlungen aus dem 17. und der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts nur selten enthalten.

In der Apothekertaxe von Bremen 1711 ist der Sumpfporst ebenfalls als Herba Rosmarini sylvestris aufgeführt: Eine ‚Handvoll kostet 6 Pfg.' Ebenso trifft man ihn in dem „Catalogus medicamentorum in officinis Lubecensibus venalium 1745". In der großen Rezeptsammlung von Triller 1764 ist Rosmarinus sylvestris nur in einem Rezept enthalten.

Am Ende des 18. Jahrhunderts kam die Verwendung von Ledum pal. wieder mehr auf, und die Droge erscheint von da ab erneut in vielen europäischen Arzneibüchern. So ist der Sumpfporst in der Schweizer Pharmakopoe von 1771 als Fieber- und Mottenmittel erwähnt, aber mit dem Zusatz: ‚Nobis nullo in usu est'. In den weiteren Ausgaben wird er auch schon nicht mehr aufgeführt.

1772 ist die Droge in Dänemark officinell. Das Arzneibuch schreibt nur die Blätter vor, welche im Juli gesammelt werden sollen. Sie ist dann

noch in der Ausgabe von 1805 aufgeführt. In der Ausgabe von 1840 und den folgenden ist Rosmarinus sylvestris nicht mehr enthalten.

1755 bringt der Schwede Westring eine Arbeit über Ledum pal., die bis heute die umfassendste geblieben ist. Hierin schreibt er ausführlich über die pharm. Präparate aus Led. pal.:

„§ X. Praeparata.

Herba tantum cum toto, quod aiunt, in officinis pharmaceuticis servatur, neque ulla eius praeparata ibidem prostant. Ut igitur quid in Ledo lateat, in lucem prodeat, pauca, quae eius cognitionem pharmaceuticam spectant, experimenta institui, et quae inde resultarunt, adferre juvabit.

1) Aqua Ledi destillata odorem praebet gratum, illo qui herbae tempore vernali inest, longe mitiorem, neque ab illo, quo perfusa est aqua rosarum, multum discedentem; unde et illi, quibus odorem naribus attrahere contingit, illam pro aqua rosarum habent.

2) Extractum aquosum saporem producit primum dulcem, mox amarum, denique stypticum; quae omnes diversi saporis species se tam cito excipiunt, ut vix discerni queant.

3) Essentia Ledi Sapore praedita est acri, summe amaro, et maiori styptico, quam quod extracto aquoso inhaeret.

4) Extractum resinosum. summam sapit amaritiem, valde adstringentem. et cum Extr. Cort. peruviani resinoso convenientem.

5) Oleum empyreumaticum odore est teterrimo, et consistentia, picis instar, crassa.

6) Spiritus per descensum quoad saporem cum Sp. tartari convenit, odorem ol. empyr. prae se ferens ab acido acutum.

Oleum Ledi essentiale, licet ter repetita fuerit operatio, non adeptus sum. Neque illud, nisi siccum, uti illud a Rosis, nacturum quemquam opinor."

Er gibt also eine Darstellung von sechs Präparaten; die Darstellung des ätherischen Öles ist ihm trotz dreimaligen Versuches nicht gelungen.

Dann beschreibt Westring ausführlich die Wirkungen und Kräfte der Droge sowie ihre technische und medizinische Verwendung (diese einzelnen Kapitel sind ausführlicher in der vorliegenden Arbeit vor den betreffenden Abschnitten besprochen worden).

Weiter ist die Droge aufgeführt in dem „Apparatus medicaminum" von 1776 von Murray* und Gmelin und in dem Dispensatorium von Braunschweig 1777; letzteres beschreibt schon einen Unterschied zu Myrica gale und gibt eine Sammelzeit an:

„Folia amara, nidorosa, vi narcotica praedita, mense Junio colligenda; a Myrto Brabantica (Myrica gale L.) quae in nonnullis pharmakopoliis loco rosmarini sylvestris venditur, facile distinguenda, Rosmarinus enim sylvestris odore graui cum Myrto brabantica quidem conuenit; genere tamen et foliorum figura toto coelo ab idem differt. Prior folia habet Rosmarini officinalis foliis similia, ad lana rubiginosa abducta. Posterior vero folia ovato-oblonga, ferrata, glabra."

Der Schwede Bergius* bringt dann 1783 Led. pal. auch in seiner „Materia medica". Er verlangt ebenso wie die Pharmakopoea Suecia von 1784 und 1786 noch Folia cum floribus als Droge. Die Ausgabe von 1845 fordert dagegen nur die blühenden Spitzen. Diese Handelsform wird auch heute noch nach Angaben der Firma Blembel Gebrüder in Schweden als Herba Ledi pal. cum floribus gehandelt, obwohl die späteren schwedischen Pharmakopoen von 1871, 1879 und 1888 die Sprosse mit den kaum entwickelten Blüten verlangen; „Turiones cum Floribus vix explicatis colligendi". In den folgenden schwedischen Pharmakopoen wird Led. pal. dann nicht mehr aufgeführt.

* Jourdan 1832.

1783 gibt der Deutsche Spielmann in seiner „Pharmac. generalis“ ein Rezept für ein Infusum Led. pal.:

Rp: Folia ledi unciam dimidiam ad unam aquae bulientis libram unam infunde per Horam unam et cola. Bei Keuchhusten und Hautkrankheiten anzuwenden.“

Über ein Infus von Led. pal. schreibt weiter die Pharmacop. Wirtembergica von 1786: „Laudatur eius infusum aquosum ad pessimae scabiaei species nec non ad tussim ferinam sanandum.“

In der nächsten Ausgabe von 1798 ist außerdem noch darauf hingewiesen, daß Led. pal. nicht mit der Myrica zu verwechseln ist. „Haec planta cum Myrto brabantica, quae in nonnullis pharmacopoliis loco rosmarini sylvestris venditur, non est confundenda.“

1799 führt Hahnemann den Sumpfporst in seinem Apothekerlexikon als für die Homöopathie gebräuchlich auf. Weiter ist der Porst in dem Dispensatorium von Lippe 1791 bis 1794 und 1799 (hier als Folia) und von Oldenburg 1801 erwähnt.

Die Preußischen Pharmakopoen von 1801 bis 1813 erwähnen herba ledi pal. Erst in der Pharmakopoe von 1817 wird außer einer kurzen morphologischen Beschreibung ein der Zeit entsprechender genauer Drogengehalt vorgeschrieben: „Das Kraut soll zur Blütezeit gesammelt, gelinde getrocknet und in geschlossenen Gläsern aufbewahrt werden.“ Die Gehaltsbestimmung ist folgendermaßen: „4 Unzen trockenes Kraut ergeben durch Destillation mit Wasser ein Quentchen wesentliches Öl; 6 Quentchen gummiges Extrakt mit Wasser; 73 Gran mit Weingeist.“ Die Pharmakopoe von 1830 erweitert schon die Gehaltsbestimmung, indem sie ihr die Ergebnisse der Untersuchungen von Meißner zugrunde legt, der in 500 Teilen der Blätter folgendes fand:

„Äther. Öl 7,80; Chlorophyll 57; Hartharz 37,5; eisengrünenden Gerbstoff mit saurem äpfelsaurem Kalke, essigsaurem Kalk und Kali 21; unkristallisierbaren Zucker 15; braunem Farbstoff mit äpfelsauren Salzen 23; Gummi 30,5; durch Ätzkali erhaltenes Gummi 156; Extractivstoff 34; Ulmin 20; Faser 55; Feuchtigkeit 30.“

Weiter wird in dieser Pharmakopoe auf die narkotischen Eigenschaften der Pflanze hingewiesen, auch wird das Öl als aromatisch schmeckend bezeichnet. Die Pharmakopoe von 1833 erweitert schon die ätherische Ölbestimmung Meißners, indem sie ein kristallisierbares Stearopten, das von Grasmann gefunden wurde, als im Öl enthalten angibt. Das Öl enthält hiernach: „Porschkampfer, kein Alkaloid.“ Es ist „Brennend und aromatisch schmeckend“. Das Wasserdestillat ist „Bitterlich gewürzhaft und von betäubendem Geruch“, während es nach Westring als „angenehm gewürzhaft bezeichnet wird“. Ferner bringt diese Pharmakopoe auch eine Anwendung gegen Keuchhusten wegen seiner narkotischen Wirkung und gegen Hautausschläge. Die Abkochung wird gegen Ungeziefer und zum Gerben empfohlen. Die folgenden preußischen Pharmakopoen erwähnen Ledum nicht mehr.

Ledum wird dann weiter aufgeführt in der Pharmacopoea rossica* von 1803.

In Hamburg ist Ledum pal. in der „Pharmacopoea pauperum“ von 1804 als Herba Ledi pal. aufgeführt, das aus Flores und Folia besteht. Die Droge erhielt sich hier offizinell bis 1835 im „Codex Medicamentarius Hamburgensis“. Hier besteht das Herba allerdings nur aus den Stengeln und Blättern. Zehn Jahre später ist Ledum pal. aus dem offizinellen Hamburger

* Jourdan 1832.

Arzneischatz gestrichen. Die Droge wird aber noch 1868 in der Hamburger Arzneitaxe erwähnt.

In der Holländischen Pharmakopoe von 1811 wird Led. pal., von dem hier nur die Blätter offizinell sind, in die „Tabula Exhibens plantas officinales venenatas" eingereiht und als Keuchhusten-, Krampf- und Warzenmittel in der Form eines Aufgusses empfohlen. In der Ausgabe 2 desselben Jahres wird der Sumpfporst nicht mehr aufgeführt.

Weiter erwähnen den Sumpfporst kurz ohne nähere Angabe als Herba die Pharmac. Regni Poloniae* 1817 und die Pharmac. gallica* 1818. Das österreichische Arzneibuch von 1818 verlangt nur die Blätter, in der Ausgabe von 1820 wird Led. pal. nicht mehr aufgeführt. In der Finnischen Pharmak. von 1819 werden die „Summitates" von Led. pal. verlangt. 1863 ist aber auch hier schon das ganze Herba offizinell. Weiter führen Herba Led. pal. auf die Pharmakopoen Hannoverana von 1819 und 1833. Diese beschreiben kurz seine Morphologie und lassen die Droge zur Blütezeit sammeln; über ihre Wirkung schreiben sie:

„Vis: narcotica, cimicibus adversa. Usus: in tussi ferina, aliisque morbis spasticis. Dosis: infusi ex herbae uncia dimidia cum aquae libra una parati, Cochlearia duo."

In der Pharmac. saxonica von 1820 steht für den wilden Rosmarin folgende Sammelvorschrift: „Colligitur herba florida mense junio". In der Pharm. von Ferrara* 1825, Hessen 1827 und in dem Supplement to the Pharmak. of London* 1831 ist das Herba Ledi pal. ebenfalls aufgeführt. Das Arzneibuch von Schleswig-Holstein von 1831 schreibt für Herba Led. pal. Mai-Juni als Sammelzeit vor. Es gibt außerdem eine kurze morphologische Beschreibung der Pflanze.

In den deutschen Landespharmakopoen hat sich die Droge am längsten in der Badischen gehalten; in der Ausgabe von 1841 wird sie noch als „heftig wirkendes" Arzneimittel aufgeführt. In die bayrische Pharmakopoe ist Led. pal. niemals aufgenommen worden. In die deutschen Reichspharmakopoen von 1872 und folgende ist Ledum ebenfalls nicht übernommen, da es zu dieser Zeit in keiner deutschen Landespharmakopoe mehr enthalten war.

Erst 1934 taucht der Sumpfporst wieder in einem amtlichen Arzneibuch in Deutschland auf, nämlich in dem homöopathischen Arzneibuch von Schwabe. Dieses gibt eine kurze morphologische Beschreibung der Pflanze und läßt eine Urtinktur mit dem Arzneigehalt $^1/_{10}$ anfertigen, zu der „die getrockneten jungen Sprosse" mit 60%igem Alkohol perkoliert werden. Ferner gibt das Arzneibuch erstmalig eine Charakteristik der Arzneiform an.

Pharmakologie der Droge und ihrer Wirkstoffe.

Die wichtigste Verwendung findet der Sumpfporst bei Keuchhusten wegen seiner narkotischen, den Hustenreiz lindernden Wirkung. Daneben setzt er die Schleimsekretion herab und fördert gleichzeitig die Sekretion der Schweißdrüsen.

Diese Anwendung hat sich durch die Jahrhunderte bis heute erhalten. Bereits Westring 1775 erwähnt, daß das Kraut noch bei „Tussis ferina" wirkt, wenn andere Heilmittel keinen Erfolg mehr bringen. Diese Anwendung ist

* Jourdan 1832.

auch Spielmann 1783 bekannt. Weiter führen die Anwendungsweise auf die Ph. Wirtembergica 1786 und 1798, die Holländische Ph. von 1811, die Ph. Hannoverana 1819—1833 und die preußische Pharmakopoe 1833. Büttner 1820 (Hager 1887) und Kunze und Kummer 1824 erwähnen sie ebenfalls. Letztere berichten, daß der Sumpfporst zu ihrer Zeit nur noch in Schweden von den Ärzten verordnet wird. Einige gute Keuchhustenrezepte bringen Posner 1867 und Hager 1887. Gegen Keuchhusten verwenden den Sumpfporst heute noch die Lappen (Quigstad 1932), Polen und Russen. Während der Sumpfporst heute bei uns gegen Keuchhusten allopathisch fast in Vergessenheit geraten ist, benutzt ihn noch die Homöopathie.

Neben der Verwendung bei Keuchhusten wurde der Sumpfporst auch allgemein als gutes Hustenmittel, bei akuter und chronischer Bronchitis von der Schulmedizin während des 18. und 19. Jahrhunderts gebraucht. Heute noch ist diese Anwendung in den nordischen Ländern üblich. So trinken die Lappen einen Aufguß der Blätter von Ledum pal. gegen Husten und Verkühlung. Sie entfernen dabei sorgfältig die Knospen, da diese bei ihnen als giftig gelten. Gegen Stockschnupfen stecken sie einige Blätter in die Nase und belassen sie dort einige Zeit.

Auch in Litauen ist das Kraut heute noch gegen Husten in Gebrauch (Madaus 1938).

Hin und wieder finden sich auch Verwendungen als Fiebermittel, so in der Schweizer Ph. von 1771, in Dänemark und in Norwegen; in Sibirien erstreckt sich seine Anwendung auf Wechselfieber.

Kunze und Kummer 1824 und andere Autoren berichten von der besonders verbreiteten ärztlichen Anwendung des Sumpfporstes in Schweden gegen Ruhr und Durchfall.

Wichtig ist ferner der Gebrauch des Sumpfporstes gegen Rheuma und Gicht. Wahrscheinlich ist aber die Kenntnis der Heilwirkung des Sumpfporstes bei rheumatischen Beschwerden noch nicht sehr alt; denn Westring 1775 erwähnt in dieser Richtung nichts über Ledum. Erst Kunze 1824 führt den Sumpfporst als ärztlich verordnetes Mittel gegen Gicht und Rheuma für Schweden auf. Hauptsächlich jedoch verwendet das Volk den Porst äußerlich als Badezusatz gegen Rheuma, so z. B. die Polen. Die Lappen baden bei Gicht und Rheuma (Quigstad) die kranke Stelle in einer Ledumabkochung, während der Patient dabei den Dampf einatmet.

Mit eines der wichtigsten Gebiete für die Anwendung des Porstes sind Hautleiden aller Art. So preist Westring ihn bereits gegen „Scabies".

Ein besonders ausführliches Kapitel widmet er der Anwendung des Infuses bei „Lepra". So berichtet er, daß die Bewohner von Kamtschatka von dieser Krankheit befreit wurden, als die russische Kaiserin Katharina die Anwendung des Ledum befohlen hatte. Ebenso empfiehlt Spielmann Ledum in seiner Ph. generalis von 1783 gegen Aussatz, Krätze, Kopfgrind. Die preußische Ph. von 1830 läßt den Porst gegen Hautausschläge anwenden. In gleicher Weise wird er von verschiedenen fremden Völkern gebraucht. So von Litauern und Russen; einer besonderen Beliebtheit erfreut sich der Porst bei letzteren gegen Flechten.

Neben diesen Hauptanwendungsgebieten, die sich mehr oder weniger deutlich durch die Jahrhunderte in verschiedenen Ländern verfolgen lassen, wird der Sumpfporst noch bei einer Reihe weiterer Krankheiten angewandt. Diese Anwendungsarten sind aber weit seltener.

So empfiehlt Spielmann erstmalig Ledum gegen venerische Krankheiten, auch in der Volksmedizin ist diese Anwendung bis heute bekannt.

Westring erwähnt den Porst als Mittel bei „Angina strangulatoria", ferner erwähnt er seine äußere Anwendung bei „Cephalalgia". Die Volksmedizin gebraucht Ledum innerlich bei Diabetes mellitus; weiter bei Erkrankung der Samenbläschen, Gebärmutterblutung und geschlechtlicher Erregung der Frauen. Außerdem soll er die Milchsekretion der Wöchnerinnen anregen. Besonders gebraucht ihn die Landbevölkerung im Osten als Abortivum und Emenagogum. Diese Anwendung läßt sich bis 1764 (Triller) zurück verfolgen.

Gegen Skrofulose ist seine Anwendung bei den Russen seit langem bekannt. Neuerdings führt Meyer 1933 den Porst in einem Teerezept gegen Skrofulose auf.

Verbreitet ist im Volke die äußerliche Anwendung gegen Insektenstiche.

Die Lappen empfehlen Porstbäder bei Froststellen; die Polen benutzen den Porst als Räuchermittel bei Lungenleiden.

Homöopathie.

Das Anwendungsgebiet in der Homöopathie deckt sich, wie schon mehrfach erwähnt, im wesentlichen mit dem der Allopathie.

Hahnemann 1799 wendet Ledum pal. schon gegen folgende Krankheiten an:

„Im anfang des Keuchhusten (weniger bei Ruhr), in der epidemisch erstickenden Bräune mit schleichendem Fieber. Bei Gliederweh und Fußgeschwülst. Doch sind die Zufälle, die auf starke Gaben zu erfolgen pflegen, derart, daß ihr Gebrauch etwas Behutsamkeit einflößen muß. Die geistige Tinktur habe ich als die beste Form gefunden."

Thon 1828 erwähnt Ledum pal. homöopath. als officinelle Droge.

Bischoff 1843 gibt schon eine vielseitigere homöopathische Anwendung an:

„Die weingeistige Tinktur wird angewendet bei trockenen Flechten und Ausschlägen mancher Art, bei manchen gichtischen und rheumatischen Leiden, bei Schwerhörigkeit, Harnbeschwerden, Wassersucht, Blutspeyen, Keuchhusten und Lungenschwindsucht."

v. Fellenberg-Ziegler 1925 erweitert seine Anwendung als Tinktur äußerlich bei Gicht: 1 Teelöffel auf 1/5 Liter Wasser; ebenfalls äußerlich gegen Insektenstiche statt Ammoniak. Ferner bei Schnittwunden 12 Tropfen ein viertel Liter lauwarmen Wassers. Als wirkungsvolles Antidot gegen Ausschläge, verursacht durch Rhus tox. (diese letztere Wirksamkeit wird bestätigt durch Angaben der Fischmarkt-Apotheke, Hamburg), äußerlich als Umschläge (1,0 Tinct. auf 5,0 Wasser).

Innerlich gibt derselbe noch die Anwendung der Tinktur in der 3. bis 6. Dezimalpotenz bei Bissen von Pferden, Ratten und Katzen, besonders wenn dabei heftiges Gefühl von Kälte empfunden wird. Ebenso bei Frostbeulen.

Eine ausführliche Zusammenstellung für die klinisch-homöopathische Anwendung gibt Stauffer 1928. Er führt die Leitsymptome und die Konstitution auf. Er beschreibt weiter die Wirkungen der Urtinktur und ihrer Potenzen auf die einzelnen Organe.

Die Anwendung des Sumpfporstes in der Homöopathie bezieht sich also hauptsächlich auf Keuchhusten, Bronchitis, akute und chron. Arthritis, perniciöse Anämie, Darm- und Blasenleiden, unregelmäßige Menstruation und Flechten, harte Geschwülste und übrige Hautleiden. Diese ganze Anwendung ist nur innerlich.

Madaus gibt außerdem 1938 noch als weitere, weniger bekannte Indikation Nymphomanie und Epistaxis an; ferner führt er Ledum als Wechselmittel mit Colchicum, Bryonia, Rhus toxicodendron und Urtica auf.

Äußerlich wird die Urtinktur nach Lutze 1910 angewandt wie Arnikatinktur bei Quetschungen.

In der Tierheilkunde wenden v. Fellenberg- Ziegler sie an innerlich bei Harnruhr der Pferde, bei kraftlosem, keuchendem Husten und Atembeengung. Bei Augenschwurigkeit und Augentränen, bei Folgen von Verrenkungen, bei Galle, bei Knieschwamm und Blutspat, bei veralteter Buglähme. Die äußere Anwendung ist dieselbe wie beim Menschen.

Biologische Anwendung.

Für das biologische Anwendungsgebiet wird Ledum gegeben (Madaus 1933 und 1938) bei Keuchhusten, Bronchialkatarrh, nässendem Ekzem mit Jucken und Blasenausschlag. Weiter als Diaphoreticum und Diureticum und bei Hüftschmerzen ohne Schwellung und Rötung. Ledum wird bei Rheuma im Wechsel mit Actaea spicata verordnet.

Spagyrisch wird Ledum angewandt bei Blutvergiftung, Armneuralgie, Friesel, Gicht und Sehnenscheidenentzündung.

Pharmakologie der Wirkstoffe.

Betrachtet man nun die oben aufgeführten, in der Literatur angegebenen Hauptanwendungsgebiete des Sumpfporstes mit Rücksicht auf die im Ledum vorhandenen Inhaltsstoffe, so kommt man zu folgendem Ergebnis:

Nach der Literatur schreibt man fast ausschließlich dem ätherischen Öl des Sumpfporstes eine starke Reizwirkung zu, und zwar nicht nur auf die Haut, sondern auch auf das Zentralnervensystem, den Magen- und Darmkanal und die Harn- und Geschlechtsorgane, wobei es bei stärkerer Dosierung zu Schädigungen kommen kann (z. B. Abort). Auch die vielen ätherischen Ölen zugeschriebenen narkotischen und desinfizierenden Eigenschaften sollen dem Ledumöl innewohnen. Darüber hinaus wird noch angegeben, daß das ätherische Öl Schweißausbrüche verursacht, Pulsbeschleunigung und Schmerzen in Muskeln und Gelenken hervorruft. Nach Tierversuchen von Suzuki (Madaus 1938) soll Herabsetzung der Hyperämie der Lunge und Erweiterung der Kranzgefäße des Herzens eintreten.

Die chemischen Untersuchungen haben nun außer dem ätherischen Öl das Vorhandensein einer Reihe von Stoffen erwiesen, denen möglicherweise eine pharmakologische Wirkung zukommt.

So ist der Gerbstoffgehalt der Droge ein beträchtlicher und erreicht mitunter 20%. Obwohl in der Literatur der Gerbstoffgehalt für die pharmakologische Wirkung bei Ledum nie in Betracht gezogen worden ist, sondern diese ausschließlich dem ätherischen Öl zugeschrieben wurde, ist doch

anzunehmen, daß auch er ein mitbestimmender Faktor ist, der sich in einer entzündungswidrigen und antidiarrhöischen Richtung auswirken kann. Da den Gerbstoffen eine adstringierende Wirkung zukommt, bewirken sie eine Gerbung der Haut und Schleimhäute. Hier tritt nämlich durch den Gerbstoff eine Abdichtung der Haut und Schleimhäute ein, und die Permeabilität wird vermindert. Durch die so veränderte Resorptionsfähigkeit können u. a. auch die Krankheitserreger und ihre Toxine stärker ferngehalten werden. Ebenfalls finden die Bakterien für ihr Wachstum ungünstigere Bedingungen vor. Daneben wird bei Entzündung der Darmschleimhaut die pathologisch vermehrte Sekretion durch den Gerbstoff herabgesetzt, wie überhaupt die gesteigerte Erregbarkeit auf ein normales Maß zurückgeführt wird.

Eine größere Menge Arbutin konnte im Sumpfporst nicht nachgewiesen werden. Dies schließt aber nicht aus, daß eine gewisse Wirkung, die das Arbutin auslösen kann, zum Ausdruck kommt. Nach Geßner 1931 ist das Arbutin ungiftig, wird resorbiert und durch die Nieren wieder ausgeschieden. Nach der Ausscheidung im Harn tritt Spaltung der Glykoside ein, und das Hydrochinon kann nun durch seine baktericide Wirkung zur Geltung kommen. Es verstärkt somit wohl die antiseptische Wirkung des ätherischen Öles.

Eine größere Bedeutung wird dem Ericolin bzw. seinem Spaltprodukt, dem Ericinol, zukommen, das, wie im chemischen Teil dargelegt, dem ätherischen Öl ähnlich ist und infolgedessen die Wirkung von diesem evtl. verstärkt. Es ist denkbar, daß das Ericolin im sauren Saft des Magens aufgespalten wird.

Inwieweit einem Alkaloid eine Wirkung zukommt, kann erst durch genauere Versuche mit der isolierten Pflanzenbase festgestellt werden.

Die isolierten Harze zeigen eine stark anästhesierende Wirkung, wie auch das isolierte Wachs. Ihnen mag die bei der Anwendung der Droge beobachtete Minderung des Hustenreizes und krampflösende Wirkung zuzuschreiben sein. Ob den weiteren Inhaltsstoffen, wie dem Flavon, den Bitterstoffen, den organischen Säuren und den Mineralsalzen noch direkte pharmakologische Wirkungen zukommen, ist nicht ohne weiteres zu sagen. Sie werden wahrscheinlich im Zusammenwirken aller Komponenten ihre Bedeutung haben.

Untersucht man nun, inwieweit die seit Jahrhunderten überlieferte Anwendung des Sumpfporstes im Einklang steht mit den in der Pflanze gefundenen Stoffen und ihrem pharmakologischen Wirkungsmodus, so kommt man zu folgendem Ergebnis:

Die immer wieder in der Schulmedizin des 17. bis 19. Jahrhunderts beschriebene innerliche Verordnung von Ledum pal. bei Husten und Keuchhusten dürfte demnach wohl auf die antiseptische Wirkung des ätherischen Öles auf die Schleimhäute und auf die krampfstillende Wirkung der Harze und des Wachses zurückzuführen sein.

So erscheint diese Verwendung, durch die sich der Sumpfporst bis heute im Volke, vor allem in Ostdeutschland, Osteuropa und Skandinavien als Heilmittel erhalten hat, auch wissenschaftlich unterbaut.

Äußerlich wird Ledum vor allem bei Hautleiden und als Einreibung bei Gicht und Rheuma verwandt. Hier beruht wohl die Wirkung auf der hautreizenden Wirkung des ätherischen Öles.

Daneben wird Ledum pal. als Abortivum angewandt. Dies dürfte

dem ätherischen Öl zuzuschreiben sein, wie ja auch andere Drogen mit starkem ätherischen Ölgehalt in dieser Hinsicht beliebt sind.

Weiter hat wahrscheinlich auch der Gebrauch bei diarrhöischen Krankheiten, wie Durchfall, Ruhr usw., seine Berechtigung infolge des Gehalts an Gerbstoff und ätherischem Öl.

Die innerliche Anwendung bei Gicht und Rheuma dagegen ist nicht ohne weiteres verständlich; sie beruht allein auf Erfahrung. Auch Bohn 1935 erwähnt nur, daß der Porst die harnsaure Verfassung des Körpers beeinflußt, ohne auf die dieses bedingenden Komponenten hinzuweisen.

Selbstversuch.

Zur Prüfung der Wirkung von Ledum pal. sind in neuerer Zeit einige physiologische Untersuchungen im Tierversuch und beim Menschen gemacht worden. Daraus ergibt sich folgendes Bild:

Auf Grund von Tierversuchen hat man den Sumpfporst zur Herabsetzung der Hyperämie in der Lunge und zur Erweiterung der Kranzgefäße des Herzens benutzt. Lewin 1897 stellte den Ledumkampfer aus dem ätherischen Öl als ein Gift fest, das auf das Zentralnervensystem wirkt. Ebenso rechnet Firgau 1901 ihn neben Cicuta virosa unter die giftigen Sumpf- und Wasserpflanzen. So stand er auch schon früher in der Reihe der stark wirkenden Arzneistoffe. Auch Schulz 1929 mahnt zur Vorsicht bei der Anwendung des Porstes. Bei übermäßiger Darreichung reizt der Porst die Magen- und Darmschleimhäute. Es treten weiter Muskel- und Gelenkschmerzen auf, Herzklopfen, Frostschauer, anhaltendes Kältegefühl, Atembeklemmung, Schweißausbrüche, plötzliche Erregungszustände, Gemütsdepressionen, Auftreten eines Gefühls von Betäubung und Trunkenheit; auch wurden heftige Schwindelanfälle, Konvulsionen, gerötetes gedunsenes Gesicht, röchelnde Atmung, beschleunigter Puls, Aufgetriebensein des Leibes und Unempfindlichkeit gegen äußere Reize, Krämpfe und Schlafsucht festgestellt.

Verfasser hat zur Kontrolle obiger Angaben einen Versuch über die pharmakologische Wirkung an sich selber vorgenommen. Verfasser ist sich natürlich völlig über die durch diese Versuchsbedingungen möglichen subjektiven Fehlerquellen im klaren; da solche Versuche aber trotzdem von der homöopathischen Schule und von Autoren wie Hugo Schulz als Ergänzung von Tierversuchen befürwortet werden, wurde dieser Selbstversuch unternommen, der im folgenden beschrieben wird.

Pharmakologische Untersuchung von Ledum ∅.

Ärztliche Aufsicht: Dr. med. J. Krieger.

Versuchsperson: Verfasser.

Versuch I.

Konstitution der Versuchsperson zu Beginn des Versuches:

Versuchsperson ist Nichtraucher und trinkt normalerweise nur selten Alkohol und Kaffee.

Harn: klar, gelb, sauer, spez. Gew. 1,023; Zucker: —; Eiweiß: —; Harnmenge durchschnittlich 700 ccm pro Tag.

Ärztlicher Befund am 21. 9. 37, vor Beginn der Arzneimittelprüfung:

Sehr guter Allgemeinzustand, muskulärer Typ, Sportsmann. Gut durchblutete Schleimhäute, Haut glatt, gebräunt, keine Entzündungserscheinungen.

Zunge: rein; Mandel etwas zerklüftet. Innere Organe: Herz und Lunge o. B. Blutdruck: R/R. 118/70. Puls 76. Leib weich, nirgends druckschmerzhaft. Gut verheilte Blinddarmoperation. Narbe (Operation 1925). Leber und Milz o. B., Reflexe normal.

Der Versuch wurde begonnen mit einer Urtinktur; dreimal tägl. 5 Tropfen in Wasser, nüchtern bzw. 2 Stunden vor den Mahlzeiten. Die Dosis wurde alle 2 bis 5 Tage um 5 Tropfen gesteigert bis dreimal täglich 45 Tropfen.

Gleich nach dem ersten Versuchstag (dreimal täglich 5 Tropfen): in der Nacht starke Pollution. Die Libido hielt die nächsten Tage an, außerdem machte sich Harndrang bei gleichbleibender Harnmenge bemerkbar.

Am vierten Tag starker Harndrang, zeitweilig ohne die Möglichkeit, die gefüllte Blase zu entleeren. Die Libido legte sich. Es trat stärkere, anhaltende Schlaflosigkeit ein.

Nach dem fünften Tag war die Entleerung des Harns wieder normal und die Schlaflosigkeit gab sich.

Mit steigender Dosis von dreimal täglich 7 Tropfen bis dreimal täglich 25 Tropfen blieb die Verfassung normal. Beschwerden stellten sich nicht mehr ein.

Mit steigender Dosis (dreimal täglich 30 Tropfen) traten Schmerzen in den Schläfen auf, schlechter Schlaf trotz großer Müdigkeit, allgemeine Mattheit in den Gliedern, Arbeitsunlust. Dieser Zustand dauerte während der 3 Tage an, an denen diese Dosierung genommen wurde.

Bei Steigerung auf täglich 35 Tropfen traten am darauf folgenden Abend um 20 Uhr auf: Kopfschmerzen, Stechen in den Schläfen, Straffung der Bauchmuskeln und ziehende Leibschmerzen quer über den ganzen Leib, steigende Müdigkeit. Guter Appetit. Von 22 bis 4 Uhr fest und tief geschlafen, traumlos, fast narkotisch. Aufwachen durch Herzstiche. Von 4 Uhr an nicht wieder eingeschlafen und wieder Einsetzen der leichten Leibschmerzen. Leichte Benommenheit des Kopfes. Um 8 Uhr wieder normale Verfassung, aber noch kein Stuhlgang. Trotz starken Harndranges nur wenig Harn.

Hierauf wurde der Versuch fünf Tage unterbrochen.

Während dieser Zeit dauerten die Kopfschmerzen, der allgemeine Schwächezustand und die Müdigkeit an. Es machte sich auch Harndrang bemerkbar.

Nach dieser Pause wurde der Versuch mit derselben Dosis (dreimal täglich 35 Tropfen) wieder aufgenommen. Es blieb ein Harndrang bestehen. Nachts machten sich Herzstiche und Druck in der Herzgegend bemerkbar; dumpfer Halbschlaf. Nach fünf Tagen wurde die Dosis auf dreimal täglich 40 Tropfen gesteigert. Die Kopf- und Herzschmerzen ließen nach, der Schlaf wurde wieder normal. Dafür traten starke Schmerzen in der Nierengegend auf und Schmerzen in der Harnröhre beim Urinieren, die erst längere Zeit nach dem Urinieren langsam nachließen. Außerdem trat vorübergehende Steifheit in der Hüfte beim Aufstehen ein; bei Bewegung besserte sie sich wieder. Mit dieser Dosis wurde der Versuch abgebrochen.

Ärztlicher Befund am 9. 11. 37 (45. Versuchstag, dreimal täglich 40 Tropfen):

Untersuchung am frühen Morgen nach gutem, zehnstündigem Nachtschlaf: Puls: 96 pro Min., voll, etwas gespannt, R/R = 135/75, Herz o. B., Haut feucht, geringe Conjunktivitis (die aber auch anamnestisch ab und zu auftritt).

Als Nachwirkung blieben noch etwa 14 Tage lang bestehen: Nur langsam nachlassender Harndrang und leichte Nierenschmerzen. Die Verdauung war während des ganzen Versuches ungestört.

Versuch II.

Nach 21 Tagen wurde der Versuch wieder aufgenommen mit dreimal täglich 45 Tropfen. Es traten gleich in den ersten beiden Nächten starke Pollutionen auf und verstärkter Harndrang ohne Ausscheidung einer übermäßigen Harnmenge.

Am vierten Versuchstag, 22 Uhr: Kopfdrücken, dumpfer Druck in den Schläfen. 23 Uhr: Nicht-einschlafen-können, Nierenschmerzen und Schmerzen in der Harnröhre, leichte Temperaturerhöhung (37,6°). Schweißausbrüche, heiß, kein Herzklopfen. 23.30 Uhr: Einsetzen von Herzstichen, mehr druckartig schmerzend. Nierenschmerzen halten an. Leichter, nicht erfrischender Schlaf. Morgens beim Aufstehen Steifheit in den Hüften und gespannte Bauchmuskeln. Morgens halten Nieren-, Penis- und Herzschmerzen noch an, sind aber bedeutend geringer. Magen und Darm unverändert.

Versuch abgebrochen.

Ärztlicher Befund am 5. Versuchstag des II. Versuches (dreimal täglich 45 Tropfen):

Sehr feuchte Haut, besonders Achsel- und Rückenschweiße. Puls: 88 pro Min., nach 10 Kniebeugen 114, kehrt erst nach 2 Minuten wieder auf 86 zurück. Puls voll, etwas gespannt. R/R. 132/80. Herz o. B., Nierengegend, Uretherengegend und Blasengegend druckempfindlich. Geringe Muskelspannung der Bauchmuskulatur. Steifheit in den Hüften beim Aufstehen. Conjunktivitis abgeklungen.

Die Harnmenge blieb während des ganzen Versuches mit etwa 600 bis 700 ccm normal. Zucker und Eiweiß: negativ. Am sechsten Versuchstage (dreimal täglich 7 Tropfen) war der Harn schwach trübe und schwach basisch. Beim Kochen flockte die Trübung aus, löste sich aber bei Zusatz von Essigsäure (Phosphate). Dieser Befund hielt an bis zum zehnten Versuchstage; dann Harn wieder normal. Erst am 14. Versuchstage (dreimal täglich 10 Tropfen) trat wieder eine schwache Trübung des basischen Harns auf, die beim Kochen ausflockte und in verdünnter Essigsäure in Lösung ging. Am 29. und 30. Versuchstag (dreimal täglich 35 Tropfen) zeigte der Harn denselben Befund wie am 14. Versuchstag. Vom 31. bis 50. Versuchstag blieb der Harn normal. Am 51. Versuchstag (dreimal täglich 40 Tropfen) war der Harn wieder trübe, Trübung verstärkte sich beim Kochen und verschwand wieder bei Essigsäurezusatz. Reaktion wieder basisch. Der Befund hielt fünf Tage bis zum Ende des Versuches an.

Bei dem Versuch mit dreimal täglich 45 Tropfen zeigte der Harn noch keine Veränderung.

Verfasser hat alljährlich zur Versuchszeit (Herbst) unter Erkältungserscheinungen zu leiden. In diesem Jahre blieben sämtliche Erkältungserscheinungen, auch nach Beendigung des Versuches aus, obwohl Verfasser viel mit erkälteten Personen zusammenkam.

Somit konnten die in der Literatur angegebenen Symptome, die durch Gaben von Ledum ∅ hervorgerufen werden, bestätigt werden. Besonders ist also eine Wirkung des Ledum auf das Urogenitalsystem, den Kreislauf, Herz und

Kopfnerven festzustellen; daneben werden auch die Bauchorgane und das Allgemeinbefinden in Mitleidenschaft gezogen.

Aus diesem Versuche geht hervor, daß es sich bei Ledum pal. um eine stark wirkende Droge handelt, wie auch Schulz u. a. m. angegeben, bei deren innerlicher Anwendung eine gewisse Vorsicht bei der Dosierung angezeigt ist.

Es wird deshalb vorgeschlagen für eine 10prozentige Tinktur eine Höchstdosis: Einzelgabe: 1 g; Tagesgabe: 3 g. Für die Droge eine Höchstdosis: Tagesgabe: 20 g.

Auch bei Hager 1887 findet man schon einen Hinweis auf eine Maximaldosis von Herba Ledi pal. Er gibt als Einzelgabe nämlich an 0,5 bis 1,5 g, als stärkste Gesamtgabe pro die 15 g.

Aus diesen Untersuchungen geht also hervor, daß eine große Zahl der in der Literatur angegebenen physiologischen Wirkungen auch nach eigener Überprüfung zu Recht besteht.

Galenik, eigene Präparate und ihre Untersuchung.

Neben dieser pharmakologischen Betrachtung der Droge ist die Untersuchung der aus ihr dargestellten galenischen Präparate Vorbedingung für eine möglichst günstige Anwendung. Denn nur ein Präparat, das die gewünschten Wirkstoffe in genügender Menge und Zusammensetzung enthält, vermag die Droge zur vollen Wirkung zu bringen.

Soweit sich zurückverfolgen läßt, wurde Led. pal. im 17. und 18. Jahrhundert von der Schulmedizin fast nur als Aufguß angewendet.

Seit Beginn des 19. Jahrhunderts tritt immer mehr die Tinktur und später auch ein Sirup als Anwendungsform in den Vordergrund.

Der Aufguß bleibt seitdem mehr auf die Veterinärmedizin als Waschwasser gegen Ungeziefer und Hautkrankheiten beschränkt.

Unabhängig von dieser Entwicklung wandte das Volk das getrocknete Kraut sowohl allein als auch mit anderen Kräutern gemischt als Tee an.

Da bei Aufkommen der Homöopathie die Anwendungsform des Infuses schon abgekommen war, übernahm Hahnemann die Tinktur.

(Eine ausführliche Sammlung von Ledumrezepten vom 18. Jahrhundert bis in die Jetztzeit findet sich im Anhang, S. 93.)

Es fragt sich nun: In welcher von diesen Arzneiformen kommt der Sumpfporst bei den oben beschriebenen Anwendungsgebieten am günstigsten zur Verwendung? Zur Klärung dieser Frage wurden eine Reihe pharmazeutischer Präparate aus dem Sumpfporst angefertigt und diese auf ihren Gehalt an Wirkstoffen untersucht.

Als Ausgangsdroge für die Präparate wurden zwei verschiedene Drogenformen benutzt:

Mat. I. „Getrocknete junge Sprosse“ (wie es das H. A. B. vorschreibt).

Da das H. A. B. die Erntezeit nicht berücksichtigt, aber in alten Kräuterbüchern sich Angaben finden, daß die nicht blühenden Sproßspitzen kurz vor der Blütezeit geerntet werden sollen, wurde selbstgeerntete Droge (3—5 cm lang, April) benutzt.

Mat. II. Blühende Sproßspitzen, selbstgeerntet (3—5 cm lang).

Diese Drogenform wurde deshalb genommen, weil sie in fast allen alten Pharmakopöen als offizinelle Drogenform vorgeschrieben und auch in

Schweden heute noch handelsüblich ist. Ein weiterer Grund dafür war, daß bei den allgemeinen chemischen Untersuchungen in der Blütendroge meistens ein größerer Gehalt an den vorgeschriebenen Inhaltsstoffen festgestellt wurde.

Bei allen Zubereitungen wurde nur grob gepulverte Droge verwandt.

Folgende galenische Präparate wurden hergestellt:

A. Wäßrige Auszüge.

Die wäßrigen Auszüge, Infusa und Decocta, wurden nach den allgemeinen Vorschriften des D. A. B. VI und 5%ig hergestellt. Die Abkochungen wurden in einer Infundierbüchse mit Porzellaneinsatz angesetzt. In der Porzellanbüchse wurde eine Höchsttemperatur von 92° festgestellt. Zur Mazeration wurde die Droge mit kaltem Wasser (5%) 12 Stunden bei Zimmertemperatur im bedeckten Gefäß angesetzt und öfter umgeschüttelt. Alle Auszüge wurden abgepreßt, durch Watte filtriert und das verdampfte Wasser ersetzt.

B. Weingeistige Auszüge.

1. Fluidextrakt.

Aus 200 g Droge wurde ein Fluidextrakt mit 45%igem Alkohol folgendermaßen hergestellt: 40 g Droge wurden mit 15 g Alkohol befeuchtet und 48 Stunden in einem verschlossenen Gefäß stehen gelassen. Danach wird sie im Perkolator mit 185 g Alkohol versetzt und weitere 48 Stunden stehen gelassen. Hiernach wird perkoliert, und zwar so, daß alle 2 Minuten 1 Tropfen abläuft. Die ersten 40 g der ablaufenden Flüssigkeit werden als erster Vorlauf beiseite gesetzt. Die danach noch abtropfende Flüssigkeit wird als erster Nachlauf aufbewahrt. Dann wird mit 40 g Alkohol nachgedrängt und die Droge ausgepreßt, so daß insgesamt 200 g Nachlauf erhalten werden. Weitere 40 g Droge werden dann mit 15 g dieses Nachlaufs durchfeuchtet, nach 48 Stunden in den Perkolator gefüllt und mit dem ganzen Nachlauf versetzt. Nach weiteren 48 Stunden wird mit der Perkolation begonnen (2 Tropfen in der Minute). Die ersten 40 g werden wieder abgenommen und mit dem Vorlauf der ersten Perkolation vereinigt. Das weiter Ablaufende wird wieder mit dem zum Nachdrängen zugesetzten 40 g Alkohol zum Nachlauf vereinigt. Dieser Vorgang wird noch dreimal mit der restlichen Droge (120 g) wiederholt. Die vereinigten fünf Vorläufe (200 g) stellen das Fluidextrakt dar.

2. Tinkturen.

a) Nach Vorschrift von H. A. B. für Ledum ∅.
b) ∅ wie a), aber mit 70%igem Alkohol.
c) 10%ige Tinktur in Anlehnung an das D. A. B. VI mit 90%igem Alkohol.
Die Droge wurde mit Alkohol vier Wochen lang unter häufigem Umschütteln stehen gelassen, ausgepreßt und der Auszug filtriert.
d) 10%ige Tinktur mit Spiritus aethereus bereitet. Bereitung wie c).
e) 2 aus dem Handel bezogene Tinkturen.

C. Salbe.

Rp: Herb. Led. c. flor. plv. gross. 30,0
Vasel. alb. 120,0
2 Stunden auf dem Wasserbad unter Umrühren extrahieren, heiß filtrieren.

Die Präparate wurden dann untersucht auf:

Extraktgehalt:

Etwa 10 g des Präparates werden in einem gewogenen Porzellantiegel genau gewogen und auf dem Wasserbad zur Trockene eingedampft. Der eingetrocknete Rückstand wird bei einer Temperatur von 105° bis zur Gewichtskonstante getrocknet und zur Wägung gebracht.

Gehalt an Mineralstoffen (Aschegehalt):

Das oben erhaltene getrocknete Extrakt wird nach seiner Wägung in demselben Tiegel verascht. Die aufgeführten Werte geben den prozentualen Mineralstoffgehalt der Präparate an.

Gerbstoffgehalt:

20 g des Präparates werden auf dem Wasserbad zur Trockene in einer Porzellanschale eingedampft. Der Rückstand wird mit heißem 96%igem Alkohol aufgenommen und kalt vom Ungelösten abfiltriert. Die alkoholische Lösung wird mit 60 ccm Äther versetzt und einmal mit 30 ccm Wasser und danach zweimal mit je 15 ccm Wasser ausgeschüttelt.

Die vereinigten Ausschüttelungen werden auf etwa 20 ccm eingedunstet, in der Kälte mit 0,5 ccm verdünnter HCl versetzt, in einen konstanten Porzellantiegel filtriert, auf dem Wasserbad zur Trockene eingedampft und danach bei 105° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und zur Wägung gebracht.

Bei Tinkturen mit hochprozentigem Alkoholgehalt (90%) ist, wie in Vergleichsanalysen festgestellt wurde, ein Eindunsten der Tinktur auf dem Wasserbad und ein Wiederaufnehmen mit 96%igem Alkohol unnötig. Die Tinktur kann gleich zur Gerbstoffbestimmung mit Äther und Wasser ausgeschüttelt werden.

Gehalt an „freiem" ätherischen Öl.

Zur Bestimmung des Gehalts an ätherischem Öl werden 200 g des wäßrigen Auszuges gleich nach seiner Fertigstellung in die Kochflasche des ätherischen Öl-Bestimmungsapparates gegeben und werden mit 200 g Wasser versetzt. Hiervon werden 300 ccm überdestilliert. Das Destillat wird dreimal mit 70 ccm Pentan ausgeschüttelt. Die vereinigten Pentanausschüttelungen werden über Calciumchloridkristallen getrocknet, von den Kristallen abgegossen und das Pentan abdestilliert. Das trockene ätherische Öl wird dann zur Wägung gebracht.

Gehalt an petrolätherlöslichen Stoffen (Wachs):

50 g des Präparates werden in einem Scheidetrichter dreimal mit je 70 ccm Petroläther ausgeschüttelt. Zur Vermeidung der Emulsionsbildung wird bei den wäßrigen Auszügen Alkohol zugesetzt. Die vereinigten Petrolätherausschüttelungen werden auf dem Wasserbad abdestilliert und der Rückstand bei 105° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

Die Präparate wurden weiter untersucht auf das Vorhandensein reduzierender Stoffe durch Kochen mit Fehlingscher Lösung. Dann wurden ihr Verhalten gegen Lackmus und die Änderungen ihrer Farbe bei Tageslicht und unter der Analysenquarzlampe geprüft.

Die Ergebnisse der quantitativen Untersuchungen sind in Tabelle 14 wiedergegeben.

Tabelle 14.

Gehalt der galenischen Präparate an Inhaltsstoffen in %.

Präparate	Extraktgehalt		Asche		Gerbstoff		äther. Öl		Wachs	
	g	e	g	e	g	e	g	e	g	e
Mat. I Infus.	1,08	1,42	0,06	0,14	0,70	0,71	0,01	0,09	Sp.*)	0,38
„ I Decoct.	1,35		0,07		0,39		Sp.		0,05	
„ I Macerat.	0,96		0,04		0,23				Sp.	
Mat. II Infus.	1,11	1,58	0,07	0,15	0,76	0,81	0,01	0,12	0,01	0,39
„ II Decoct.	1,15		0,07		0,46		Sp.		Sp.	
„ II Macerat.	1,01		0,08		0,26					
Mat. I Fluidextr.	8,5	34,6	0,30	2,74	2,27	14,1		1,88	0,19	7,5
Mat. I Ø (60% Spir.)	3,13	3,46	0,08	0,27	1,28	1,41		0,19	0,42	0,75
„ I Ø (70% „)	2,25		0,03		0,98				0,44	
Mat. II Ø (60% Spir.)	3,54	3,53	0,14	0,3	1,34	1,62		0,25	0,24	0,79
„ II Ø (70% „)	1,52		0,06		0,92				0,01	
Mat. I Tinct.	3,0	3,46	0,02	0,27	1,21	1,41		0,19	0,59	0,75
Mat. II Tinct.	3,41	3,53	0,02	0,3	1,43	1,62		0,25	0,68	0,79
„ II „ aeth.	2,83		0,01		0,53				0,77	
1. Led. Ø (Handel)	1,92		0,05		0,6				0,12	
2. „ Ø „	4,19		0,13		1,69				0,22	

*) Sp. = Spuren.

Außer diesen gefundenen Werten (g) ist noch ein errechneter Wert (e) aufgestellt. Wert e wurde folgendermaßen errechnet: Der bei der chemischen

Analyse durch Totalextraktion bzw. Veraschung jeweilig festgestellte Wert wurde auf die Drogenmenge des betreffenden galenischen Präparates umgerechnet.

Die Ergebnisse des Extraktgehaltes zeigen, daß beim Fluidextraktverfahren der Extraktgehalt am höchsten ist. Dies Verfahren muß jedoch als sehr unwirtschaftlich bezeichnet werden, da die Droge, wie ein Vergleich mit Wert e zeigt, nur zu 25% erschöpft wird. Bei den wäßrigen Auszügen wurde der niedrigste Extraktgehalt erzielt. Doch ist hierbei zu berücksichtigen, daß der gefundene Wert besonders bei dem Decoctverfahren dem theoretischen Wert nicht nachsteht, und es ist zu berücksichtigen, daß die wäßrige Aufbereitung die einfachste Darreichungsform ist. Die alkoholischen Extraktionen sind bis auf die ätherische befriedigend. Heraus fällt nur die 70prozentige Urtinktur. (Der verhältnismäßig sehr tiefe Gehalt an allen Bestandteilen bei dieser ist dadurch wohl besonders bedingt, weil sie nach der Perkolation sehr trübe war und oft filtriert wurde.)

Der Gehalt an Mineralstoffen ist durchweg im Vergleich zu den errechneten Werten sehr gering und liegt zwischen 10 bzw. 50%.

Recht interessant sind die Ergebnisse der Gerbstoffuntersuchungen. Hier hat wieder das Fluidextrakt den höchsten Gehalt, zeigt aber wieder eine größere Unwirtschaftlichkeit. Bei den wäßrigen Auszügen schneidet das Infus, das fast den theoretischen Wert erreicht, sehr gut ab, während das Decoct und besonders die Mazeration nicht befriedigen. Der Gerbstoffgehalt der Tinkturen ist höher als der der wäßrigen Auszüge. Er liegt bei den Øen (60%) bedeutend höher als bei den Øen (70%).

Das „freie" ätherische Öl war nur in den wäßrigen Präparaten zu bestimmen. Sämtliche Extraktionen ergeben unbefriedigende Werte. Am günstigsten liegen die Verhältnisse bei den Infusen.

Tabelle 15.

Eigenschaften der galenischen Präparate.

Präparate	Farbe bei Tageslicht	Farbe unter der Quarzlampe	Geschmack	Geruch
Mat. I Infus.	hell-braun	leuchtend hell-grün	bitter	herb aromatisch
Mat. I Decoct	hell-rötlichbraun		sehr bitter	
Mat. I Macerat.	hell-gelb	ultramarinblau	säuerlich bitter	
Mat. II Infus.	hell-rötlich-braun	dunkel-smaragd	sehr bitter	
Mat. II Decoct				
Mat. II Macerat.		matt-violett		
Mat. I Fluidextr.	tiefbraun	grau-lila	muffig süßlich aromatisch bitter	herb aromatisch süßlich muffig
Mat. I Ø(60% Spir.)	schmutzig grünl. braun	blau-violett		
Mat. I Ø(70% Spir.)		ultramar. blau		
Mat. II Ø(60%Spir.)	braun	grün		
Mat. II Ø(70%Spir.)	hell-braun			

Mat. I Tinct.	schmutzig grün	violett	mild - aromatisch	
Mat. II Tinct.	hell-schmutzig-grün	lila	stark aromatisch	stark süßlich betäubend angenehm
Mat. II Tinct. aeth.		lila-rot		
1. Led. ∅ (Handel)	kaffeebraun	violett	muffig aromat. bitter	herb. aromat. süßlich muffig
2. Led. ∅ (Handel)	braun-grünl.	grünl.-blau		

Die Wachsausbeuten sind völlig unbefriedigend bei den wäßrigen Auszügen und dem Fluidextrakt; recht gut bei den ∅en von Material I; dagegen merkwürdigerweise bei denen von Material II unbefriedigend (siehe Fehlerquelle bei der Bereitung der ∅ [70%], S. 86). Am weitaus günstigsten war der Wachsgehalt bei allen Tinkturen sowohl mit Material I als auch mit Material II.

Bei den Untersuchungen der Handelsdrogen fiel Probe 1 stark ab, dagegen gab Probe 2 im allgemeinen gute Werte.

Die qualitativen Befunde sind in der Tabelle 15 aufgeführt. Sie zeigen deutliche Unterschiede bei den einzelnen Herstellungsverfahren, so daß sie bei Handelspräparaten eventuell Hinweise geben können auf die Zubereitungsarten.

Alle Auszüge reagieren sauer und reduzieren Fehlingsche Lösung.

Die Salbe ist hellgrün, riecht honigartig, angenehm süßlich aromatisch. Der Geschmack ist fettig, schwach ledumartig und anästhesierend. Eine nach derselben Vorschrift hergestellte Salbe aus Handelsdroge, die in Pulverform braun war, ergab ebenfalls eine hellgrüne Salbe, aber mit weniger ausgeprägtem Geruch und Geschmack.

Zusammenfassend kann man sagen, daß das Infus wohl die beste Form der wäßrigen Auszüge ist, da der Gehalt an Gerbstoff und ätherischem Öl am höchsten ist, der Gehalt an Extraktstoffen immerhin nur wenig unter den Höchstwerten des Decoctes liegt.

Da der Gehalt an Extraktstoff, Mineralstoff, Gerbstoff und ätherischem Öl bei den Präparaten aus Herba cum flor. höher liegt als der aus Herba Ledi pal. ist die Blütendroge die ergiebigste.

Da, wie aus obigem hervorgeht, die mit 90%igem Alkohol nach dem Verfahren des D.A.B. VI aus der Blütendroge hergestellte Tinktur fast überall die weitaus höchsten Werte von allen weingeistigen Auszügen, mit Ausnahme des Fluidextraktes, aufweist, dürfte dieses wohl die günstigste weingeistige Zubereitung sein.

Nach den Ergebnissen dieser chemisch-pharmazeutischen Untersuchungen lassen sich nun die jeweils günstigsten Arzneiformen zusammenstellen.

Als beste Ausgangsdroge hat sich bei diesen Untersuchungen für alle Präparate (auch ∅) die Blütendroge erwiesen, da sie in fast allen Arzneiformen den höheren Gehalt an Inhaltsstoffen aufweist.

Hiernach dürfte bei Erkrankungen des Respirationstraktus ein alkoholischer Auszug der Droge wegen des hierin am reichlichsten enthaltenen ätherischen Öls am zweckmäßigsten sein; und zwar ist hier eine Tinktur mit

90%igem Alkohol vorzuziehen oder damit zusammengestellte Rezepte, wie z. B. Sirup. Ledi.

Ebenfalls ist die weingeistige Darreichungsform die geeignetste zu Einreibungen, bei denen man eine hautreizende Wirkung und damit bessere Durchblutung des Gewebes erzielen will.

Bei diarrhöischen Krankheiten und Hautentzündungen dagegen dürfte eine Abkochung der Droge geeigneter sein. Wegen seines hohen Gerbstoffgehaltes ist das Infus vorzuziehen.

Technische Anwendung.

Neben der arzneilichen Verwendung wurde der Sumpfporst in der Technik schon seit dem 13. Jahrhundert als Ersatz für den Hopfen beim Bierbrauen benutzt, angeblich wegen seiner berauschenden Wirkung. Trotz strenger Gesetze und hoher Strafen hat sich dieser Brauch bis ins 18. Jahrhundert erhalten.

Ein weiteres Hauptverwendungsgebiet, auf das Westring 1775 besonders eingeht, ist seine vernichtende Wirkung gegen Ungeziefer. Er führt hierfür als ältestes Zeugnis Matthiolus an:

„Tineas et blattas pellit, teste Matthiolo, ob quam virtutem ab illis qui de Ledo quid docuere, in laude habetur multa."

Zur erfolgreichen Bekämpfung der Wanzen gibt er drei Arten der Verwendung des Ledums an:

1. soll man das frisch blühende Kraut zwischen die Betten legen;
2. schlägt er eine Abkochung vor, mit der die Betten zu waschen sind;
3. den besten Erfolg verspricht er sich aber von dem weingeistigen Auszug des Ledum oder noch besser dem „Phlegma Ledi", dessen berauschende und betäubende Wirkung bei den Wanzen ihm bekannt ist:

„Quodsi enim gutta tantum huius spiritus, vel potius phlegmatis, illis superfundatur. statim omni velocitate currendi privati, intra minutae horae mortui procumbunt. Et mirari profecto convenit, hunc liquorem illis adeo esse letiferum, ut e loco, quo illis injicitur, se movere vix queant, sed, quasi spe vitae destituti, magis huis aquae se involutent, ut mortem, sibi inevitabilem, accelerent. Adeoque si in loca et rimas parietum lectorumque, ubi commorantur et ova deposuerunt, siphone vel adspergillo hoc phlegma inspergeretur, optima foret ratio, hos hospites propulsandi, quinimmo longetutissima."

Wie oben schon erwähnt, kennt Westring also zu seiner Zeit die medizinische Anwendung des weingeistigen Auszuges aus Ledum nicht. Die Ledumtinktur wird nach ihm lediglich technisch verwendet.

Diese Verwendung gegen Ungeziefer hat sich bis auf die Jetztzeit erhalten. Man benutzt heute allerdings nurmehr hierzu das Kraut oder einen Aufguß der Droge, aber keinen weingeistigen Auszug mehr. In Berlin wurde es noch bis vor etwa fünfzig Jahren auf öffentlichen Märkten gehandelt. Gegenwärtig wird es noch als ganzes Kraut in Ostpreußen gegen Motten zwischen Kleider und Betten gelegt. Led. pal. findet gepulvert gegen Insekten und in Abkochungen gegen Wanzen Verwendung. Ebenfalls wird die Abkochung des Porstes von den Landleuten zum Waschen des Viehs gegen Ungeziefer benutzt. Als „russische Mottenspecies" ist nach Hager 1887 folgende Zusammensetzung gebräuchlich.

Species pelliculares russici

Rp: Herb. Ledi pal. 150,0
Ligni Quassiae
Fruct. anis. stell.
Cariophyll. aa 50,0

Minutim concisa et grosso modo pulverata conspergantur.

Oleum Thymi 50,0
„ Sabinae 5,0

Serva in Vase ferreo.
Zum Einstreuen zwischen die aufzubewahrenden Pelze, Teppiche usw.

Weiter läßt Westring den Porst gegen Hausschwamm anwenden:

„Mucores septicos, ne pavimenta destruant, impedit."

Ebenfalls sehr alt ist die Verwendung des Porstes in der Gerberei. Es wurden zuerst der ganze Strauch, später nur noch die Zweige kurz vor dem Aufblühen gesammelt. Das Kalbsleder wurde durch den Kienporst besonders schön rötlich gefärbt und erhielt dadurch auch einen eigenen Geruch. Mit Porst gegerbtes Ziegen- oder Schafleder galt als besonders begehrtes Handschuhleder. Seine Verwendung war vor allem in Rußland verbreitet. Dort wurde nach Westring 1775 aus Porst und Birkenrinde ein Öl gewonnen, das mit zur Bereitung der Juchten diente:

„Ledum cortice Betulae albae esse miscendum, cuius mixturae oleum eundem coriis conciliavit odorem, quo gaudent Russica."

In London wurde im 18. Jahrhundert Aqua Ledi pal. für Rosenwasser verkauft.

Pharmakognostische Beschreibung.

Wie bereits im galenischen Teil ausgeführt, sind bei Herba Ledi zwei Drogenformen zu unterscheiden:

I. die vom H.A.B. angegebenen Sproßspitzen,

II. die blühenden Sproßspitzen, die auf Grund vorliegender Arbeit als beste Drogenform angesprochen werden müssen. Da es an einer exakten morphologischen und anatomischen Beschreibung dieser zwei Formen sowohl in Ganzdroge wie in Pulverform fehlt, wird im folgenden noch eine kurze pharmakognostische Beschreibung dieser beiden Formen gegeben:

I. Herba Ledi pal.

Zur Drogengewinnung werden vom Sumpfporst die beblätterten, unverkorkten letztjährigen Spitzen der floralen Sprosse 3—5 cm unterhalb der Knospe geschnitten. Sie werden Mitte April geerntet. (Unter Berücksichtigung des Naturschutzgesetzes ist der Sumpfporst nur in Gegenden stärkster Verbreitung — Ostpreußen, Schlesien — zu sammeln.)

Die Droge wird bei Zimmertemperatur im Schatten etwa drei Wochen getrocknet. Die so behandelte Droge bleibt grün. Sie fühlt sich harzig klebrig an. Die Droge besteht aus Stengel, Blatt und floraler Knospe.

Morphologie.

Das Blatt ist kurz gestielt, lineal-lanzettlich, am Grund abgerundet. Die Blattspreite ist pfriemförmig um die Längsachse zusammengerollt. Die

Blattoberseite ist glänzend lederartig, smaragdgrün und durch die vertieft liegenden Nerven netzartig gefeldert. Die Blattoberseite ist nur schwach behaart. Der eingerollte Rand der Oberseite ist reihenartig mit kleinen Höckern besetzt. Die Blattunterseite ist hellgrün und dicht filzig mit dunkelbraunen Haaren besetzt. Die Nervatur besteht aus dem durchgehenden Hauptnerv, der das Blatt in zwei Hälften teilt, und den Sekundärnerven. Letztere stehen in einem Winkel von 45° zu dem Hauptnerv. Sie endigen deltaartig am Blattrand und umschließen die eben erwähnten Blatthöcker. Der Hauptnerv endigt frei in der Spitze. Der Höcker an seinem Ende zur Spitze hin ist dornartig ausgeprägt. Auf der Blattunterseite befindet sich an derselben Stelle unter dem Höcker ein auffallendes braunes Haarbüschel. Die Blätter schmecken und riechen unangenehm terpentinartig, durchdringend bitter: ledumartig.

Der Sproß ist grün und dicht filzig braun behaart. An seiner Spitze ist er keulenförmig verdickt und bildet eine Mulde, in der die florale Knospe sitzt. Der Geschmack und Geruch sind gleich dem des Blattes.

Knospe: Am Sproßende befindet sich die florale Knospe einzeln oder zu mehreren. Die Knospe ist breit, stumpfkegelig, kürzer und dicker als die spitze vegetative Knospe. Diese Floralknospe besteht aus den braunen Deckschuppen und den mehr oder weniger hellgrünen bis braunen Vorschuppen. Morphologisch besteht kein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Schuppen. Sie sind beide beiderseits behaart. An der Basis der Vorschuppe liegt die kleine, weißgrüne Blütenanlage als kleiner kurzgestielter Knopf. Oft wird die Vorschuppe von zwei Seitenschuppen flankiert, die nur auf der Außenseite behaart sind. Die Deckschuppen überdecken in ein bis zwei Kreisen die Vorschuppen. Deck- und Vorschuppen liegen dachziegelartig übereinander.

An der keulenförmigen Verdickung des Sprosses sitzen die Brakteen. Diese sind ebenfalls behaart und haben mehr oder weniger das Aussehen der Laubblätter. Sie haben an ihrer Ansatzstelle schuppenartigen Charakter. Dieses Verhältnis verschiebt sich vielfach, so daß der Blatteil manchmal nur wie ein grüner Dorn an der Schuppe sitzt. Vielfach bilden die vier am dichtesten unter der Knospe sitzenden Brakteen ein Kreuz, in dessen Mittelpunkt die Knospe ruht.

Das Pulver: Herb. Led. pal. pulv. ist makroskopisch dunkelgrün und hat den scharfen, durchdringenden Ledumgeruch. Es fühlt sich harzig-klebrig an und ist leicht zusammenballend.

Mikroskopisch zeigt das Pulver die Bruchstücke von Borstenhaaren, Gliederzotten, drüsigen Schildhaaren, Drüsenköpfchen, wenigen Keulenhaaren; ferner verstreut Oxalatdrusen und Antheren, selten Pollen, behaarte und grüne Gewebefetzen der Epidermis und des Mesophylls; Epidermisfetzen des Sprosses, der Vor- und Deckschuppe. Die Epidermis der Vorschuppe hat in der Aufsicht knotig verdickte Wände, wodurch das Zelllumen zackig unregelmäßig erscheint, oft ragen solche Knoten höckerartig in das Lumen der Zellen hinein.

Orangefärbung mit Sud.-Glyc. bei: Cuticula, Haare, Öltropfen.
Phl.-HCl: Holzfasern, Sklerenchymfasern rot.
Beim Erhitzen des Pulvers mit verdünnter Schwefelsäure auf einem Deckglas tritt ein angenehm aromatischer Geruch (Ericinol) auf. Beim Eintrocknen scheiden sich auf dem Objektträger aus den einzelnen Pflanzenteilen Kristallnadeln (Calciumsulfat) ab.

Verunreinigung der Handelsdrogen.

Morphologisch:

Durch unsauberes Pflücken kommen vegetative Knospen hinein — diese sind dünn und schlank, stehen immer einzeln an der Sproßspitze und zeigen beim Zerpflücken keine Blütenanlagen —, ferner unvorschriftmäßige altjährige Sproßteile (altes Holz). Sie sind erkennbar an ihrer unbehaarten Oberfläche, die schon verkorkt ist, und oft auch an dem Auftreten der Flechte „Parmelia physodes". Der Altsproß ist geschmack- und geruchlos, Holzteile sind in der Droge durch ihre typische Lilarotfärbung, die sie beim Befeuchten mit konz. Salzsäure annehmen, leicht zu erkennen; ferner altjährige Fruchtstände mit den septiciden Fruchtkapseln, die stark verholzt und verkorkt sind. Im Juni-Juli gesammeltes Kraut wird erkannt an seinem weißen bis hellgrauen Haarkleid an Sproß und Blatt. Diese Sprosse sind durch das Eintrocknen des Markes hohl und lassen sich leicht zusammendrücken im Gegensatz zu den vorschriftsmäßigen massiven Sprossen. Im Herbst und Winter gesammelte Droge besitzt keine Seitenschuppen; sonst sind sie morphologisch nicht zu unterscheiden. Gekennzeichnet wird die im Winter geerntete Droge vor anderen lediglich durch das Verhalten ihrer Mazeration gegen Salzsäure.

Setzt man zu einer 2%igen Mazeration (12 Stunden bei Zimmertemperatur ziehen lassen) einer im Winter geernteten Droge einige ccm Salzsäure, so tritt ein Farbumschlag in orange ein.

Die 2%igen Mazerationen von Drogen anderer Ernten werden bei Zusatz von Salzsäure gelb.

Mikroskopie des verunreinigten Pulvers.

Innenseitig unbehaarte Schuppenfetzen zeigen vegetative Knospen an. Altjährige Sproßteile sind zu erkennen an den Korkzellen und an den Resten des verholzten Zentralzylinders und der Flechte. Es fehlen Oxalatkristalle.

Alte Fruchtstände: Die mit Jod gefärbten Steinzellen der Fruchtwand scheinen beim Bewegen der Mikrometerschraube wie Wellen durcheinander zu laufen. Dieses durch Lichtreflexe bedingte Bild ist ein charakteristisches Merkmal für die gepulverte Droge, da in der Handelsware immer reife Fruchtkapseln als Verunreinigung festgestellt werden. Ebensfalls typisch sind Bruchstücke der Samen mit ihrem gelben Endosperm und ihrer braunen, porösen Samenschale, die mit Phl.-HCl schwach rot gefärbt wird. Zu junge Sprosse werden an ihren farblosen Gliederzotten erkannt.

II. Herba Ledi pal. cum floribus.

Wie schon mehrfach betont, wird als beste Drogenform des Sumpfporstes Herba Ledi pal. cum. flor., die in Schweden handelsüblich ist, vorgeschlagen. Der blühende Sproß wird 3—5 cm unter seiner Spitze abgeschnitten (Ende Mai, Juni).

Die Droge besteht aus Stengel, Blatt, offenem Blütenstand.

Aufbereitung der Droge wie bei Herba Ledi pal.

Morphologie.

Das Blatt und der Stengel zeigen morphologisch (und mikroskopisch) dasselbe Bild wie bei Herba Ledi beschrieben.

Der Blütenstand hat eine grüne Hauptachse, an der die einzelnen Blüten, etwa 15 bis 20 Stück, langgestielt sitzen. Die gesamte Blüte hat stark aromatischen Geruch und klebriges Äußeres. Der Kelch ist sehr klein, fünfzackig, grün und außen behaart. Die Korolle ist weiß, choripetal und sternförmig. Das stark zerknitterte Blumenkronblatt sitzt ungestielt mit breiter Basis am Blütenboden. Seine Form ist stumpf elliptisch. Ein Mediannerv und zwei bis vier Seitennerven endigen frei am Rande. Zehn Staubgefäße stehen in zwei Kreisen angeordnet und überragen den Griffel. Die Staubbeutel sind gelb, die Filamente weiß. Sie haben an der Basis eine zwiebelförmige Verdickung, oberhalb der eine wimperartige Behaarung sitzt. Der Fruchtknoten ist kegelförmig und an seinen oberen zwei Dritteln drüsig-schuppig behaart. Im ganzen Blütenstand hängen oder kleben zerstreut die abgerissenen Vorschuppen. Das Pulver ist klebrig und hellgrün und besitzt einen starken, aromatischen, ledumartigen Geruch. Der Geschmack ist zuerst süßlich, dann bitter aromatisch, ledumartig.

Das Pulver von Herba Ledi c. flor. ist makroskopisch nicht homogen: weißlich (Korolle), braun-grünlich. Es hat einen aromatischen, nicht so scharfen Ledumgeruch; es fühlt sich sehr harzig klebrig an und ist leicht zusammenballend.

Mikroskopie des Drogenpulvers: Borstenhaare, einzellreihige Haare, Gliederzotten, drüsige Schildhaare, Drüsenköpfchen.

Das weiße Blumenkronblatt ist beiderseitig behaart, unterseits mit Spaltöffnungen versehen. Pollen als glatte Tetraden (30—35 μ). Besonders typisch die Antherenreste, die mit Jod blau gefärbt werden. Ferner ist für die Blütendroge charakteristisch (schon makroskopisch erkennbar) die intensive Gelbfärbung der Blumenkronblätter und der Filamente beim Befeuchten mit konzentrierter Salzsäure oder konzentriertem Ammoniak.

Außerdem glatte oder dicht behaarte Epidermis oder Mesophyllfetzen. Behaarte Epidermisfetzen der Vorschuppe, Oxalatdrusen.

Färbung mit Sud.-Glyc. wie bei Herba Led. pal.
„ „ Phl.-HCl „ „ „ „ „

Die Verunreinigung ist dieselbe wie bei Herb. Led. pal.

Durch rasches Trocknen bei höherer Temperatur verliert die Droge (Herba Ledi pal., Herba Ledi pal. cum floribus) ihre grüne Farbe und zeigt in toto makroskopisch sowohl wie als Pulver eine schmutzig braune Farbe wie eine zwei bis drei Jahre gelagerte Droge. Ebenfalls verliert die Droge an Geruch.

Verfälschungen der Handelsware wurden nicht beobachtet und spielen praktisch keine Rolle, da die Droge in toto sowohl als in Pulver mikroskopisch ein typisches Aussehen hat. Alle in der Literatur angegebenen Verwechslungen mit Rosmarin beruhen auf einer Namensverwechslung, da Ledum bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts auch Rosmarinus sylvestris hieß.

Rezeptanhang.

Wäßrige Auszüge und Tees.
(Infusa et Species)

Westring 1775 nennt gegen Lepra:

Rp: Ledi unc. IV.
Infund. in aqu. calid. lib. 11
Dosis quot. a dimid. libr. ad libr. 11

Posner gibt 1867 eine Vorschrift von 4 g Herba Ledi pal. auf 180 g Wasser, mit bitteren oder abführenden Zusätzen gegen Keuchhusten. Die allgemein übliche Dosis als Aufguß war 2—3%, hiervon 3—4 Tassen tgl.

Madaus 1938 läßt den Tee auf kaltem Wege bereiten: 1 Teelöffel voll mit 2 Glas kaltem Wasser ansetzen, 8 Stunden ziehen lassen und tagsüber trinken.

Hager 1887 überliefert die Vorschrift für ein zusammengestztes Keuchhusteninfusum: Potio contra tussim convulsivam Büttner:

Rp: Rad. Ipecac.	0,25
Fol. Senn.	5,0
Herb. Ledi pal.	30,0
Infunde aquae fervidae	150,0
colature	120,0
adde Sirupi sacchar.	50,0
Liquor ammon. anis.	5,0

2stündlich 1 Teelöffel bis ½ Eßlöffel.

Meyer 1935 empfiehlt gegen Rheumat. Arthritis folgende Tees:

1. Rp: Fol. Vacc. Mitis
Fol. Myrtill. aa 40,0
Herb. Led. pal. 20,0
1 Eßlöffel auf 1 Tasse abkochen.
3mal täglich 1 Tasse warm trinken.

2. Rp: Rhiz. caric.
Tritici rep.
Herb. Led. pal. aa 30,0
Stipit. dulcamar. 10,0
1 Eßlöffel auf 1 Tasse Wasser abkochen.
Morgen und abends 1 Tasse warm trinken.

Bei Skrophulose verordnet Meyer 1935 folgenden Tee:

Rp: Sem. Anthrisci cerefol.
Herb. Ledi pal.
Herb. Solidag. virg. aur.
Herb. Veronicae off. aa 25,0
1 Eßlöffel auf 1 Tasse Wasser
3mal täglich 1 Tasse.

Nach Madaus 1938 wird Led. pal. von Wesenberg als Unterstützungsmittel in Form eines Tees bei Syphilis angewandt.

Rp: Rhiz. Tritici 80,0
Caric. is arenar. 50,0
Rad. Bardan.
Cort. Ulmi aa 30,0
Fol. Ledi pal. 20,0
Herb. Clematidis rectae 40,0
4 Teelöffel auf 2 Glas Wasser.

Weingeistige Auszüge.

Elixier.

Triller gibt 1764 ein zu seiner Zeit gebräuchliches Rezept für ein menstruationsförderndes Elixier:

Elixir Menstruale.

Dispensat. Vienna.

Rp: Herbarum	Rorismarini silvestris	
	Artemisiae	
	Rutae	
	Pulogii	
	Sabinae	
	Matricariae	
Croci Liliorum alborum		
Florum Chamomillae Romanae		
Seminis	Dauci	
	Levistici	
Cassiae ligneae		
Croci Austriaci		aa unciam semis
Myrrhae rubrae		
Lignoris nitri fixi		sufficienti quantitate irroratae
Baccarum Lauri		
Radic. Levistici		aa unciam unam
Florum Salis Armon. Martial.		drachm. duas
Spiritus Melissae		libras tres

E concisis et contusis, per aliquot dies, facta digestione, extrahatur lege artis Elixier.

Cuius Vires in Mensibus, et Foetu mortuo, pellendis, Torminibusque sedandis, perutiles deprehense sunt; Operosioris et pretiosioris compositionis hoc quidem est Elixirium, quam illud, quod mox hic sequitur, Elixier uterinum aut Crolliquum, aut aliud plura enim in Dispensat. prostant; interim tamen horum omnium eaedem paene sunt virtutes: adeo, ut tam pretioso ex ambitioso apparatu vix opus esse videatur.

Conf. infra Extractum Emenagogum.

Tincturae.

Die Tinktur von Led. pal. wird innerlich angewandt gegen Husten und rheumatische Beschwerden; aber auch äußerlich wird die Tinktur benutzt zu Umschlägen bei Hautleiden und zur Einreibung bei Gicht.

So verwendet Pfleiderer (Madaus 1938) bei akutem und subakutem Muskelrheumatismus eine stark massierende Einreibung von 5,0 Ledum-Tinct. auf 100,0—200,0 Wasser.

Posner 1867 gibt eine Vorschrift für die Tinktur aus dem frischen Saft;

Tct. Ledi pal. e succ. recent.:

Gleiche Teile des frisch ausgepreßten Saftes von Herb. Ledi pal. und Spirit. Vin. rect. werden gemischt und filtriert.

Innerlich zu 5—10 Tropfen mehrmals täglich.

Hager 1875: Tct. Led. pal.

Rp: Fol. Ledi pal. recent. p. 50

Concisis et mortario lapideo contusis affunde spiritus v. recte. p. 60. Macera per quatuor dies in vase clauso et filtra (Colaturae sint minimum p. 75).

Hager 1887: Tct. Led. pal. ex herb. recent.

Rp: Herb. Ledi pal.	1000,0
Spir. vin.	1200,0

8 Tage macerieren, auspressen und die Colatur filtrieren. Der Auszug ist 1500,0 g.

Hager 1875: Tct. led. pal. herb.

Rp: Herb. led. pal. sicc. p. 10

contusis vel concisis affunde spirit. v. rect. p. 50 digere loco tepidi per quatuor dies, saepius agita, exprime et filtra.

Hager 1887: Tct. Ledi pal.

Rp: Herb. Ledi pal. 10,0
Spiritus vini dil. 50,0

digere per dies duos tum exprimendo cola et post dies duos filtra, colaturae sint 50,0.

Zur Tinkturbereitung werden also der ausgepreßte Saft, das frische Kraut und auch die getrocknete Droge mit Weingeist von verschieden starker Konzentration angesetzt.
20

Sirupi.

Die Anwendung des Sirups ist nur auf Erkrankungen des Respirationstraktus beschränkt, besonders Keuchhusten. Einige gute Vorschriften zur Bereitung des Sirups finden sich im Hager 1887:

Sirupus Ledi pal.
Teelöffelweise bei Keuchhusten.

Rp: Tct. Ledi pal. 15,0
Sir. sacch. 85,0

Sirupus contra tussim convulsivam:

Rp: Rad. Ipecac. 0,5
Croci 1,0
Fol. Senn. 5,0
Rhiz. Zingiber. 10,0
Herb. Ledi pal. 25,0

Contusis concisisque infunde aquae fervidae 200,0
Spir. vin. dil. 50,0

Stent per horas duodecim, tum exprimendo colentur, Colaturae filtratae 200,0, cum sacchar. alb. contus. 350,0 digerendo in sirupum redigantur.

3—4mal täglich 1 Kinder- bis Eßlöffel voll.

Die homöopathische Pharmakopöe von Hartmann 1832 gibt folgende Vorschrift für die Tinktur:

„Das schnell getrocknete und gepulverte Sträuchelchen wird mit 20 Theilen (an Gewicht) Weingeist, binnen 6 Tagen zur Tinctur ausgezogen.
Wirkungsdauer: Bei großen Gaben bis auf 4 Wochen.
Dosis: Ein sehr Kleiner eines Quintillion-theiltropfens. Antidot: Kampfer."

Das Deutsche homöopathische Arzneibuch von Schwabe 1934 gibt die Bereitung einer Urtinktur mit dem Arzneigehalt 1/10 an, zu der die „getrockneten, jungen Sprosse" mit 60%igem Alkohol perkoliert werden.

Somit wird heute in der officinellen Homöopathie nur das getrocknete Kraut verwandt, während in der Allopathie bis fast in das 20. Jahrhundert neben der Tinktur aus getrockneten Pflanzenteilen auch der weingeistige Auszug aus frischem Porst gebräuchlich war.

ZUSAMMENFASSUNG.

In der Botanik kann der Sumpfporst, Ledum palustre L., bis auf Clusius zurückverfolgt werden. Seine systematische Einordnung wird von da an bis zur Jetztzeit dargelegt. Seine Heimat und Verbreitung wird an Hand der Literatur geklärt und seine heutige Westgrenze in Schleswig-Holstein nach eigenen Beobachtungen festgelegt.

Die Morphologie des Sumpfporstes wird erstmalig von der Keimpflanze bis zum ausgewachsenen Strauch in fast allen Entwicklungsstadien genau gegeben.

Die untersuchten Bestände lassen sich nach der Ausbildung der Sprosse und dem Bau ihres Blütenstandes in zwei Gruppen einteilen, von denen eine als Varietät anzusprechen ist.

Die bisherige Kenntnis über die Blattschuppen wird ergänzt durch die Auffindung einer Seitenschuppe, die sich erst kurz vor dem Aufbrechen der Floralknospe entwickelt. Ferner ist eine Brakteenbildung unterhalb der Knospe beschrieben. Bei den Früchten sind neben den 5fächerigen auch 4fächerige Kapseln beobachtet.

Anatomisch werden die einzelnen Organe des Sumpfporstes zum ersten Mal unter Berücksichtigung ihrer Entwicklungsstadien genau gezeichnet und beschrieben.

Zu den bisher bekannten Haarformen werden vier weitere, für die Pflanze charakteristische Haare festgestellt, nämlich: einzellige Zotten, einfache einzellreihige Haare, Keulenhaare, einzellige Drüsenhaare. Gleichzeitig wird erstmalig eine Entwicklung aller Haarformen beschrieben. Bei der Wurzel und den unterirdischen Sproßteilen sind Sekretzellen festgestellt worden.

Die Narbe des Griffels erweist sich als Ausstülpung der Plazenta.

Die innere Fruchtwand zeigt eine für die Droge typische Steinzellschicht. Mikrochemisch wird das wechselnde Auftreten verschiedener Inhaltsstoffe wie Stärke, Gerbstoff, Fette, Harz und Calciumoxalatkristalle in den verschiedenen Zellschichten der einzelnen Pflanzenteile zu verschiedenen Jahreszeiten festgestellt.

In Keimversuchen erweist sich der Sumpfporstsame als Lichtkeimer. Der Same keimt unter geeigneten Bedingungen voll aus. Das Alter des Samens spielt in den ersten Jahren nach der Ernte keine wesentliche Rolle.

Aus Anbauversuchen geht hervor, daß ein Gedeihen bei Feuchtigkeit und Halbschatten im Garten möglich ist.

Weiter wird eine eingehende Etymologie des lateinischen und des deutschen Namens gebracht. Ferner werden die deutschen und ausländischen Bezeichnungen und die Synonyma für den Sumpfporst zusammengestellt.

Im chemischen Teil wird der Wassergehalt der einzelnen Pflanzenteile während ihrer Vegetationszeit festgestellt. Ferner wird der Wasserverlust der Sproßspitzen während der Trocknungstage gemessen.

Die Asche des Sumpfporstes wird qualitativ untersucht; dabei wird außer Ca, K, Fe, P, S, Mg noch Al, Na, Cl und SiO_2 festgestellt.

Quantitativ wird der Aschegehalt der Einzelorgane in verschiedenen Vegetationszeiten bestimmt.

Ebenso wird eine quantitative Calciumbestimmung einiger Pflanzenteile durchgeführt.

Der in allen Pflanzenteilen enthaltene Gerbstoff wird als Brenzkatechinderivat (Ortho-dioxystoff) bestimmt. Der Gerbstoff wird isoliert. Das bei seiner Spaltung auftretende Aglukon ist mit dem von Williglk für Ledum palustre angegebenen Ledixanthin identisch. Daneben werden die Schwankungen des Gerbstoffgehaltes in den einzelnen Pflanzenteilen untereinander und in den einzelnen Monaten beobachtet. Den höchsten Gehalt an Gerbstoff besitzt die Blüte. Ferner wird der Gerbstoffverlust, den die frische Pflanze beim Trocknen an der Luft erleidet, gemessen. Hierbei stellt sich heraus, daß der Gerbstoffverlust bei den wasserreichen jungen Organen am größten ist, während der Gerbstoffgehalt bei den alten Organen durch den Trocknungsprozeß praktisch keine Verringerung erfährt. Dieses wird damit erklärt, daß der Gerbstoff in den jungen Pflanzenteilen noch in einem „labilen", durch die Trocknung leicht beeinflußbaren Zustand vorliegt, während er bei den alten Organen durch die „Verlederung" dem bei der Trocknung auftretenden Wasserverlust ohne größere Veränderung widerstehen kann.

Bei der Trocknung der Sproßspitzen erhöht sich der Gerbstoffverlust mit zunehmender Trocknungstemperatur. Ebenso tritt bei Lagerung der Droge im Laufe eines Jahres eine Abnahme des Gerbstoffgehaltes auf.

Der Bitterstoffwert ist 1:180.

Ätherisches Öl ist in allen Organen der Pflanze enthalten, bis auf die zweijährigen und älteren Stengel und die unterirdischen Organe. Es wird der Gehalt an ätherischem Öl für die einzelnen lufttrockenen Pflanzenteile während eines ganzen Jahres bestimmt. Hierbei weist die Blüte den höchsten Gehalt auf.

Das Glykosid Arbutin wird isoliert. Es kann aber nicht zur Kristallisation gebracht werden und wird durch Farbreaktionen und durch sein Spaltungsprodukt, das Hydrochinon, identifiziert.

Aus einem mit Arbutin verunreinigten Glykosid („Ericolin"?) wird das wasserdampfflüchtige Ericinol dargestellt, das in Farbreaktionen und Brechungsindex mit dem ätherischen Öl übereinstimmt.

Es ist somit beim Sumpfporst zu unterscheiden zwischen dem „freien" ätherischen Öl (durch reine Wasserdampfdestillation gewonnen) und dem glykosidartig gebundenen, „latenten" ätherischen Öl (Ericinol). Das Ericinol findet sich im Gegensatz zum freien ätherischen Öl, das bei den anatomischen Untersuchungen nur in den drüsigen Schildhaaren und Drüsenköpfchen festgestellt wurde, auch in den unterirdischen Sproßorganen und in der Wurzel.

Eine Prüfung auf Alkaloide ergibt die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins einer Pflanzenbase.

An organischen Säuren werden festgestellt: Äpfelsäure, Zitronensäure, Oxalsäure, Weinsäure.

Die quantitativen Extraktionen von verschiedenen Pflanzenteilen mit verschiedenen Lösungsmittel ergeben unterschiedliche Werte für die nicht blühende und die blühende Droge. Die Auszüge werden auf ihr Verhalten unter der Quarzlampe geprüft.

Die Petrolätherextraktion der Wurzel ergibt eine harzartige Masse, die auch schon mikrochemisch in den Sekretzellen festgestellt wurde.

Durch Serienextraktion der Droge werden ein Wachs, ein Flavon und zwei Harze isoliert. Das Wachs und das Flavon werden erstmalig bestimmt.

Der pharmazeutische Teil bringt eine Darstellung der Entwicklung des Sumpfporstes als Arzneimittel, soweit er sich in den Kräuterbüchern und alten Pharmakopoeen zurückverfolgen läßt.

Weiterhin werden die Droge und ihre Wirkstoffe in bezug auf ihre pharmakologische Anwendung verglichen.

Ein vom Verfasser an sich selbst vorgenommener Versuch mit Ledum ∅ bestätigt die Angaben über die starken physiologischen Wirkungen der Droge.

Es werden galenische Präparate aus der Blütendroge und der vor der Blütezeit geernteten Droge hergestellt. Diese werden auf ihre Inhaltsstoffe untersucht. Aus diesen Untersuchungen ergibt sich in Übereinstimmung mit den Untersuchungen des chemischen Teils, daß die Blütendroge den höheren Gehalt an Wirkstoffen wie ätherischem Öl, Gerbstoff, Wachs usw. aufweist. Deshalb wird vorgeschlagen, als Drogenform die wertvolleren blühenden Sproßspitzen neben den heute in Deutschland handelsüblichen und ebenfalls vom Homöopathischen Arzneibuch vorgeschriebenen (nicht blühenden) jungen Sprossen zu verwenden.

Zur Erkennung dieser beiden Drogenformen wird eine kurze morphologisch-anatomische Beschreibung beigefügt.

Die in der Literatur aufgeführten Rezepte werden zusammengestellt; schließlich wird die technische Anwendung der Pflanze erläutert.

Als Ergebnis vorliegender Arbeit ist also festzustellen, daß dem Sumpfporst wieder ein gebührender Platz in dem deutschen Arzneischatz zugewiesen und seine Anwendung bei Keuchhusten, Husten, Gicht und Rheumatismus und Hautleiden erprobt werden sollte.

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN.

1. Holzschnitt aus dem Kräuterbuch des Matthiolus 1598.
2. Vegetationsaufnahme des Sumpfporstes, aufgenommen im November 1937 im Königsmoor.
3. Vegetative Vermehrung (½mal natürliche Größe).
4. Junge Pflanze, ½ Jahr alt (aus Samen gezogen), 10mal natürl. Größe.
5. Zweig mit sympodialer Verzweigung; ⅓mal natürliche Größe. Florale Knospen und Fruchtstände.
6. Vegetative Sprosse mit Knospen; natürliche Größe.
7. Floraler Sproß mit Knospen, November-Aufnahme; 2mal natürliche Größe.
8. Aufblühender Blütenstand: natürliche Größe.
9. Blüte, Brakteen, Knospenschuppen und Fruchtkapseln; 1,3mal natürliche Größe.
   - A. geöffnete Fruchtkapsel, fünffächerig
   - B. geöffnete Fruchtkapsel, vierfächerig
   - C. Einzelblüte
   - D. Brakteen
   - E. Vorschuppen
10. Reifer Same (Aufsicht). 1 : 18.
    - E = Endosperm
    - D = Degenerierte Endospermhaustorien
11. Keimender Same (Seitenansicht). 1 : 18.
12. Durchbruchstelle des Keimlings (Seitenansicht). 1 : 268.
    - Sg = Samenhaut
    - K = Keimling
13. Keimpflanze (Aufsicht auf die Unterseite). 1 : 18.
14. Überwinterter Sproß (Querschnitt durch den Stengel, 3 cm unter der Spitze). (Haare nicht eingezeichnet.) 1 : 69.
    - C = Cuticula
    - D = Druse
    - E = Epidermis
    - En = Endodermis
    - H = Hypodermis
    - Mstr. = Markstrahl
    - P = Perizykel
    - Ph = Phloem
    - Phg = Phellogen
    - Rg = Großlumige Zellen des Rindenparenchyms
    - Rk = Kettenzellen des Rindenparenchyms
    - Sk = Sklerenchymfasern im Kollenchym
    - X = Xylem
15. Sproß einjährig, Epidermis mit Gliederzotten (Aufsicht). 1 : 268.
    - Ag = Ansatzstelle (Fuß) einer abgebrochenen Gliederzotte
    - E = Epidermis
    - G = Gliederzotte
16. Sproß, Längsschnitt. Isolierte Sklerenchymfaser aus dem Perizykel. 1 : 69.
17. Unterirdischer Sproß (sechsjährig). Querschnitt durch das Xylem. 1 : 268.
    - Sz = Sekretzellen
18. Unterirdischer Sproß (dreijährig). Längsschnitt durch eine Sekretzelle und angrenzendes Gewebe. 1 : 268.
    - L = Holzfasern mit Hoftüpfeln und einfachen Tüpfeln
    - Mstr = Markstrahl
    - Sz = Sekretzelle
    - Tr = Tracheide

19. Blattaderung der Oberseite mit Querschnitt (schematische Zeichnung der deltaartigen Aderung am Rande).
20. Laubblatt. Querschnitt durch den Blattnerv. 1 : 268. (Haare nicht eingezeichnet.)
    C = Cuticula
    D = Druse
    E = Epidermis
    En = Endodermis
    H = Hypodermis
    Ph = Phloem
    Pp = Palisadenparenchym
    Rg = Großlumige Schwammparenchymzellen
    Rk = Kettenzellen
    S = Sklerenchymfasern
    X = Xylem
21. Deckschuppe der vegetativen Knospe. Epidermis der Innenseite (= Epidermis der Blattoberseite). (Aufsicht.) 1 : 268.
22. Seitenschuppe, Aufsicht auf die Außenseite (Blattunterseite). 1 : 18.
    G = Gliederzotte
    Dk = Drüsenköpfchen
    Ds = drüsiges Schildhaar
23. Seitenschuppe, Epidermis der Außenseite (Aufsicht). 1 : 162.
    Dr = drüsige Schildhaare
    G = Gliederzotten
    Kh = Keulenhaar
24. Kelchrand (Aufsicht). 1 : 268.
    Bd = einzelliges Drüsenhaar
    Bh = einfaches einzelliges Borstenhaar
25. Blumenkronblatt der geöffneten Blüte, Unterseite (Aufsicht). 1 : 7.
    Bh = Borstenhaar
    Ds = drüsiges Schildhaar
    Nm = Mediannerv
    Ns = Seitennerv
26. Blumenkronblatt, Blattrand der Oberseite (Aufsicht). 1 : 268.
    Bh = Borstenhaar
    C = gesägte Cuticula
    Ep = papillöse Epidermiszelle
27. Blumenkronblatt, Unterseite, Basalteil (Aufsicht). 1 : 268.
    Bh = Borstenhaar
    Cf = Cuticulafurchung
    Ds = drüsiges Schildhaar
    E = Epidermis
28. Blumenkronblatt, Blattrand der Unterseite, Blattmitte. Aufsicht auf die Epidermis. 1 : 268.
    Eh = einfaches einzellreihiges Haar
    Zh = Zwillingsform
29. Staubgefäße mit geöffneter Anthere der geschlossenen Blüte. Aufsicht von hinten. 1 : 18.
    Bh = Borstenhaar
    Zb = zwiebelartige Basalverdickung
30. Anthere, Aufsicht auf die Öffnungsstelle. 1 : 268.
    E = nicht abgesunkene Epidermis am Rande
    O = Öffnungsstelle der Theken
31. Pollenkörner (Tetraden). 1 : 268.
32. Filament, Haarzone oberhalb der zwiebelartigen Verdickung (Aufsicht). 1 : 268.
    Bh = Borstenhaar
    Cf = Cuticulafurchung
    E = Epidermis
    P = Parenchymgewebe
33. Ausgewachsener Griffel, Querschnitt. 1 : 69.
    E = Epidermis
    Ez = einzellige Zotten
    Gk = Griffelkanal

P = Parenchymgewebe
Pw = Plazentawucherungen

34. Fruchtknoten, Innenseite, Epidermis (Aufsicht). 1 : 268.
Ei = Innere Epidermis
F = Fibrovasalstrang
K = Einzelkristalle

35. Fruchtkapsel (reif). Querschnitt durch die Kapselwand. 1 : 268.
C = Cuticula
E = Epidermis, äußere
Ei = Epidermis, innere
I = Interzellularraum
P = Parenchymgewebe
S = Steinzellschicht

36. Fruchtkapsel (reif). Scheidewand (Aufsicht). 1 : 268.
Ei = Epidermis entspricht der inneren Epidermis der Fruchtwand
S = Steinzellschicht (vgl. Abb. 35).

37. Einzellige Zotte des Griffelkanals. 1 : 69.

38. Gliederzotten (Aufsicht). 1 : 90. Verschiedene Entwicklungsstadien der zackigen Ausstülpung.
Z = Zackige Ausstülpung

39. Gliederzotte am Sproß (Aufsicht). 1 : 268.
Ag = Ansatzstelle der Gliederzotten (Haarfuß)
Cw = Cuticulawarze
Tz = Teilungszone; Haar wächst von hier einzellig weiter
Z = Zackige Ausstülpung

40. Gliederzotte an der Blattunterseite. Seitenansicht 1 : 268.
Z = Zackige Ausstülpung

41. Gliederzotten. 1 : 162.
Kz = kollabierende Zelle
Phe = peitschenartiges Haarende

42. Drüsenköpfchen am Sproß. Seitenansicht. 1 : 268.
Bh = junges Borstenhaar
O = Öltropfen
Zs = Stielzelle

43. Drüsiges Schildhaar. Seitenansicht. 1 : 268.
Ws = Voluminöse Sekretschicht
Zkr = Radial divergierende Kopfzelle
Zp = periphere Zelle
Zs = Haarfuß

Abb. 1

Abb. 2

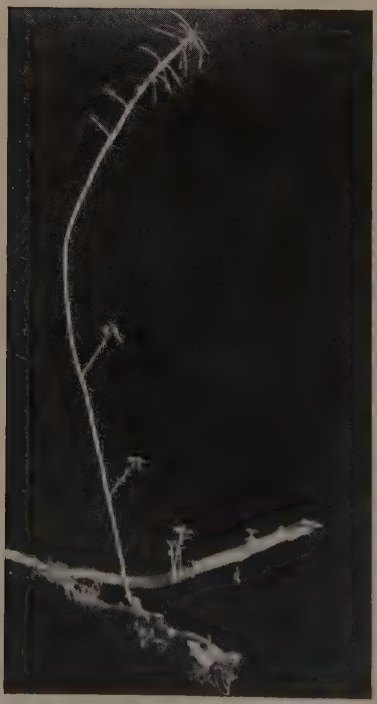


Abb. 3

Abb. 4

Abb. 5

Abb. 6

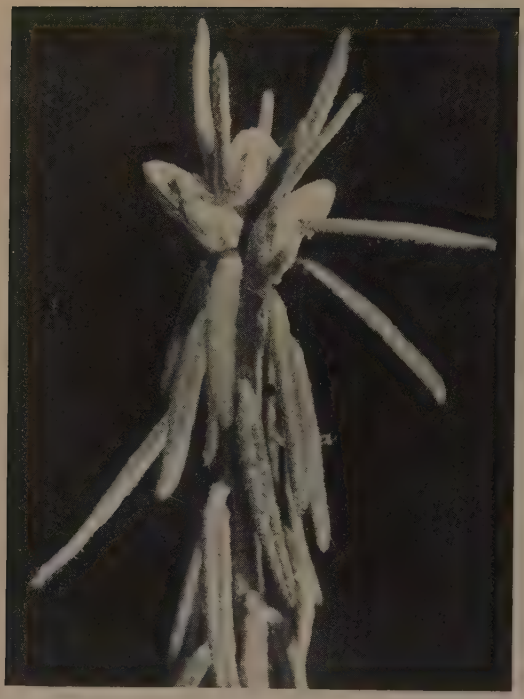


Abb. 7

Abb. 8

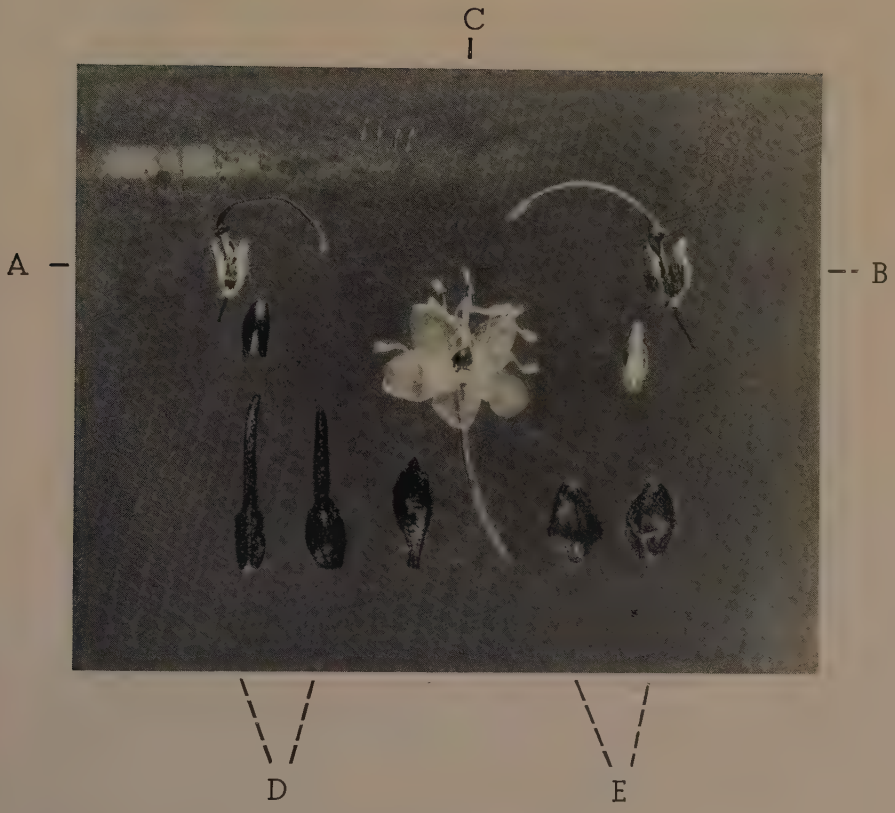
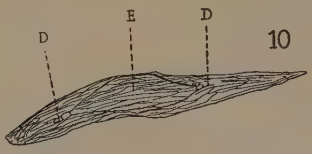


Abb. 9



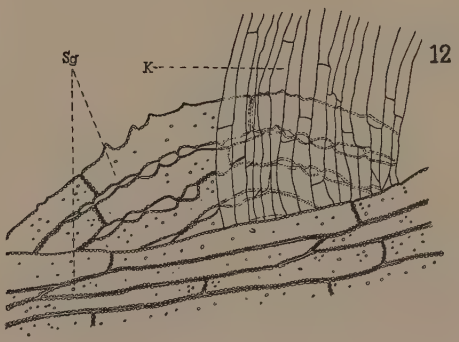
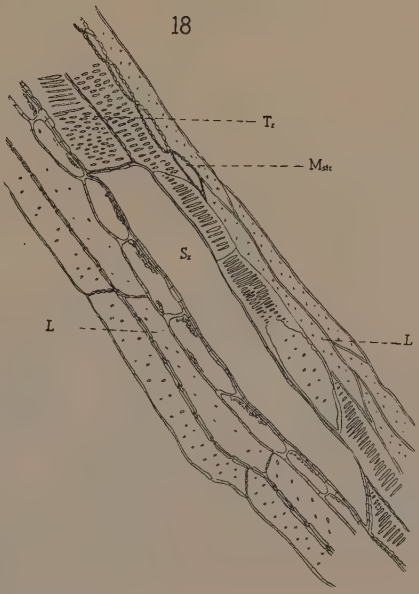


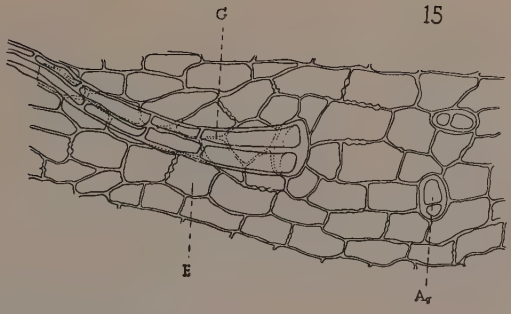
Abb. 10 - 14

16

17

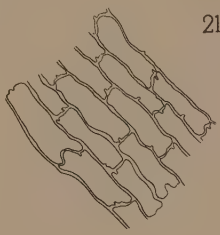


18



15

Abb. 15 - 18



21

19

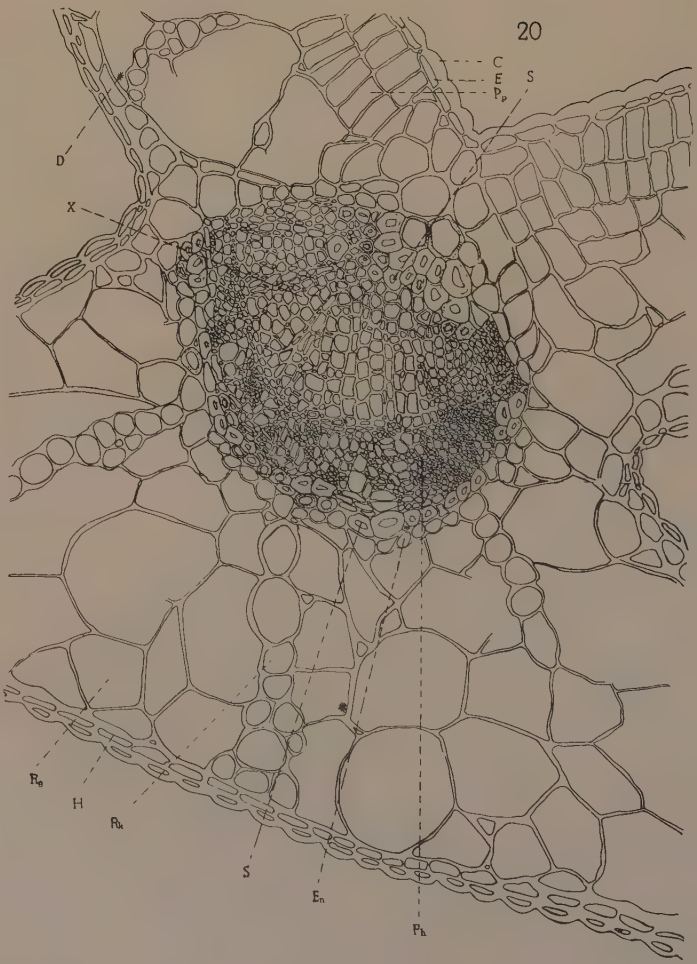
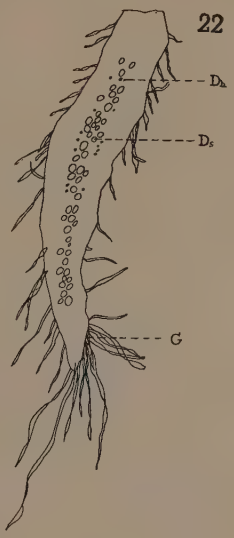
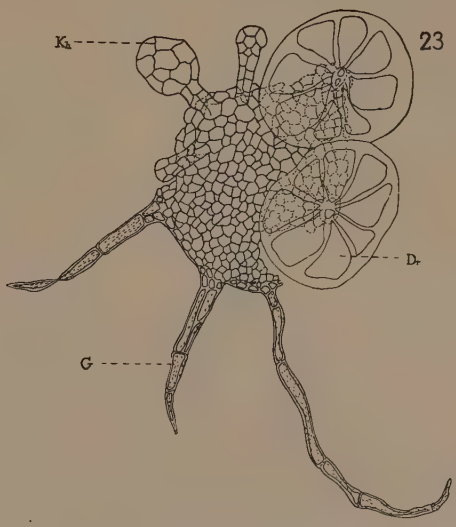
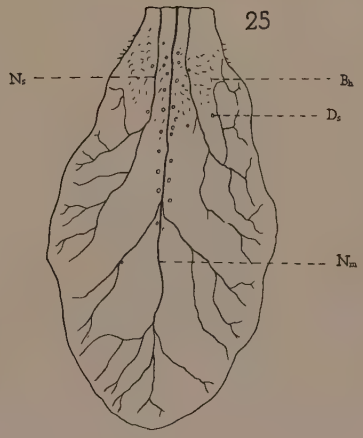
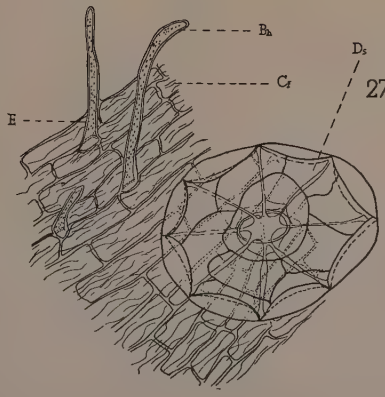


Abb. 19-21









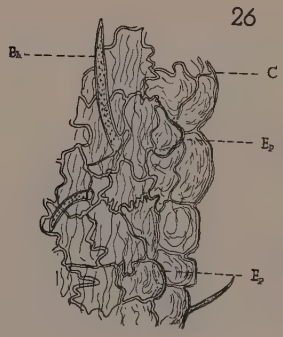
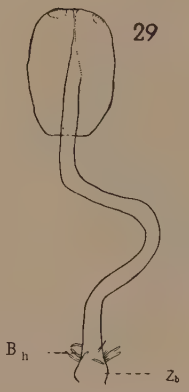
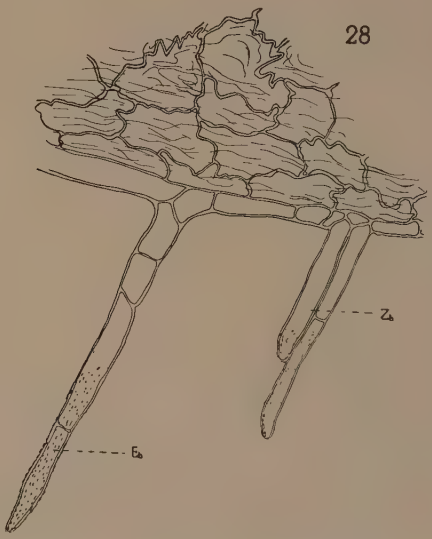
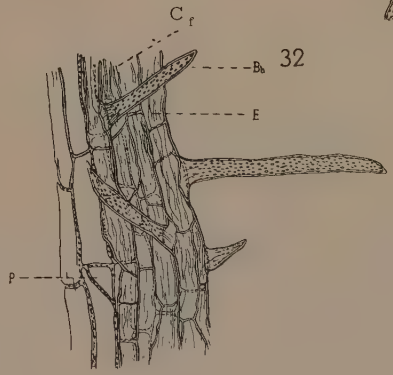
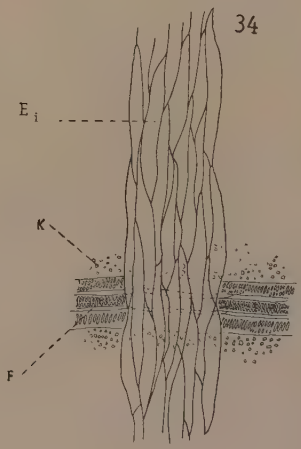


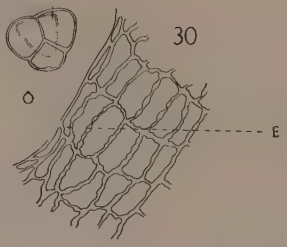
Abb. 22 - 27











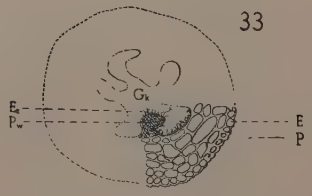
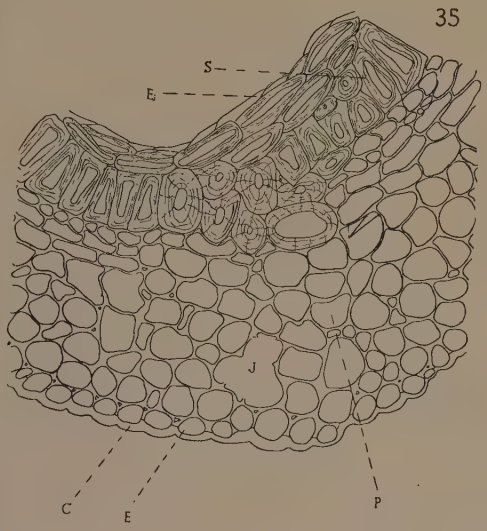
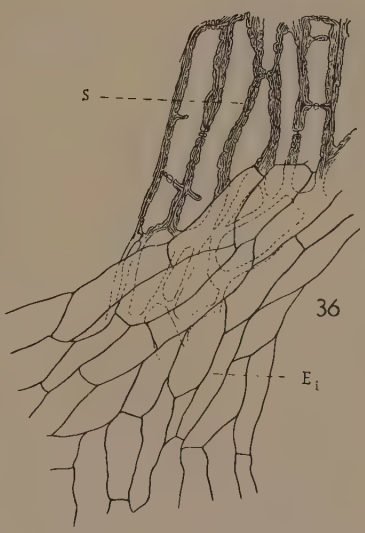


Abb. 28 - 34





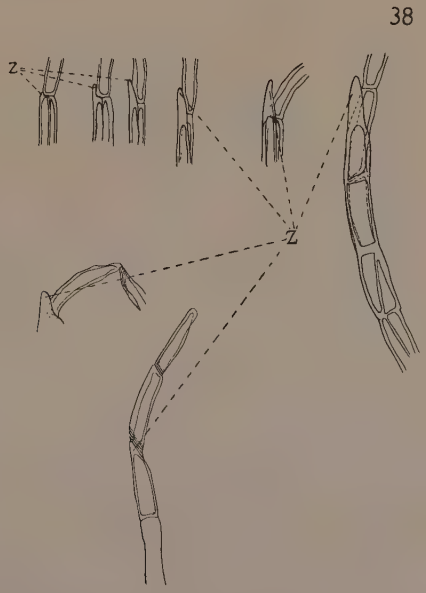
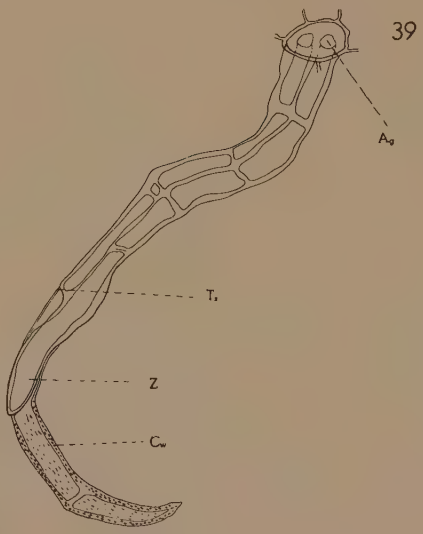
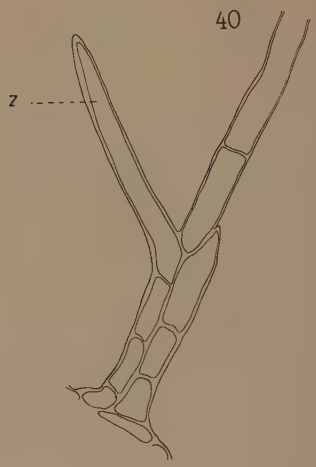
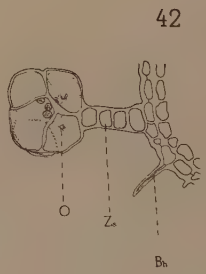
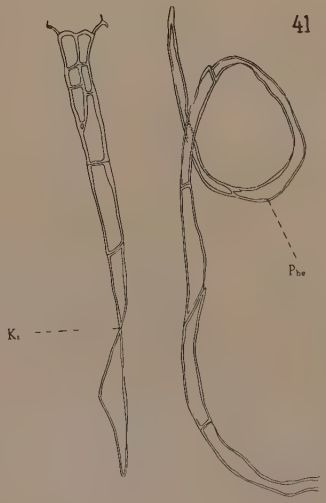


Abb. 35 - 38









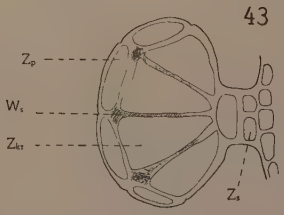


Abb. 39 - 43

SCHRIFTENVERZEICHNIS.

Ahles: Giftgewächse. Eßlingen, Schreiber 1884. *1.* 9.

Allgemeine Botan. Zeitschrift: 22. 1916. 100. *38.* 1928. 110—114.

Artopaeus, Albert: Über den Bau und die Öffnungsweise der Antheren und die Entwicklung der Samen der Ericaceen. Flora 1903. *92.* 309—45.

Ascherson, P., u. *Graebner, P.:* Flora des Nord-Ostdeutschen Flachlandes. Berlin, Borntraeger 1898/99. 544.

Atlas für Hamburger Schulen. Berlin, G. Westermann. 1930. *2.* 10—11.

Baillou, H.: Histoire des Plantes. Paris, Librairie Hachette 1892. *11.* 130—31; 174—75.

Bartelt, Konrad: Die Terpene und Kampherarten. Heidelberg, Carl Winters Universitätsbuchhandlung 1908. 116, 190.

De Bary, A.: Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane. Leipzig, Wilhelm Engelmann 1877. 97.

Bauhardt, L.: Einlegen der Pflanzen. Weimar, Albrechtsche Hof-Buch-Druckerei 1823. 227.

Bedevian, Armenag K.: Illustrated Polyglottic Dictionary of Plant Names. Cairo, Argus und Papazian. Presses 1936. 356.

Berg, Otto: Handbuch der pharmazeutischen Botanik. Berlin, Plahnsche Buchhandlung 1845. 273.

De Bergen, Carl August: Flora Francofurtana. Francfurti ad Viadrum, Joh. Christian Kleyb 1750. 144.

Bischoff, Gottlieb Wilhelm: Medicinisch-Pharmaceutische Botanik. Erlangen, Ferdinand Enke 1843. 434—36; 2. Ausgabe 1847. 434—35.

Bluff, Math. Jos., et *Fingerhuth, Carol. Ant.:* Flora Germanica. Nürnberg, I. L. Schrag 1825. *1.* 518.

Blumenbach, W. C. W.: Handbuch der technischen Materialwarenkunde. Pesth, Conrad A. Hartleben 1846. 198.

Böhmer, Georg Rudolph: Technische Geschichte der Pflanzen. Leipzig 1794. *1.* 400, 464—65; *2.* 415.

Bohn, Wolfgang: Heilwerte heimischer Pflanzen. Leipzig, Hans Hedewigs 1935. 5. Aufl. 94.

Brandes, W.: Flora der Provinz Hannover. Hannover, Hahnsche Buchhandlung 1897. 267.

Brandt, W., und *Wasicky, R.:* Thoms Handbuch der praktischen und wissenschaftlichen Pharmazie. Berlin, Urban und Schwarzenberg 1931, *5.* 2. Hälfte. 1422—24.

Braun, Ernst: Zur Pharmakognosie der Ericaceen und Primulaceen. Diss. Basel 1933. 6—8.

Brestowski, A.: Handwörterbuch der Pharmazie. Wien und Leipzig 1896. *2.* 387—88.

Buchenau, Franz: Flora der nordwestdeutschen Tiefebene. Leipzig, W. Engelmann 1894. 388—89.

Buchner, Friedrich: Mercantilistisches Droguen- und Chemicalien-Wörterbuch. Magdeburg 1857. 256.

Catalogus Medicamentorum in officinis Lubecensibus venalium. Lübeck 1745. 11.

Chemisches Zentralblatt 1933. 2^2. 3621; 1934 2^2. 2708.

Codex medicamentarius Hamburgensis. Hamburg, Perthes und Besser 1835. 23.

Codex der Pharmakopoeen. Leipzig, Leopold Voss. 1844. 32. 67; 1845. *2.* 41—42; 1845. *3.* 66; 1846. *2.* 40; 1847. *6.* 70—71.

Dafert, O., und *Fleischer, M.:* Beiträge zur Beurteilung von arzneilich verwendeten Gerbstoffdrogen. Pharmazeut. Monatshefte 1935. *16.* 221—26.

Dahlke, Paul: Gesichtete Arzneimittellehre. Stuttgart, Hahnemannia 1928. 166.

Dekker, J.: Die Gerbstoffe. Berlin, Borntraeger 1913.

Deutsches Arzneibuch VI. Berlin, R. v. Decker 1926.

Dieterle, H., und *Dorner, O.:* Über „Ericolin". Archiv der Pharmazie 1937. *14.* 380—82.

Dispensatorium, Lippisches; von Johann Christian Friedrich Scharf. Lemgo, Meyer 1799. 245—46.
Dispensatorium pharmaceuticum *Brunsvicense* 1777. 130—31.
Drude, O.: Ericaceen. Engler, A., und Prantl, K.: Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig, Wilhelm Engelmann 1891. 4. Teil, 1. Abt. 34.
Ebermayer, Johann Christoph: Vergleichende Beschreibung derjenigen Pflanzen, welche in den Apotheken leicht miteinander verwechselt werden. Braunschweig, Schulbuchhandlung 1794. 111—12.
Ebermayer, J. C.: Von den Standörtern der Pflanzen im allgemeinen und den Arzneigewächsen. Münster, Peter Waldeck 1802. 159.
Eichler, A. W.: Blütendiagramm. Leipzig, W. Engelmann 1875. *1.* 340—49.
Einheitliche Untersuchungsmethoden für die Fettindustrie. Berlin, Wissenschaftliche Zentrale für Öl- und Fettforschung e. V. 1927. *1.*
Ergänzungsbuch III zum D. A. B. IV. Berlin, Deutscher Apotheker-Verein 1906. 37.
v. Esenbeck, Nees, Weyhe, Wolter und Funke: Plantae medicinales. Düsseldorf. Arnz 1828. *1.*
Esser, P.: Die Giftpflanzen Deutschlands. Braunschweig, Fr. Vieweg 1910. 147—50.
Fellenberg, A., Ziegler: Kleine Homöopathische Arzneimittellehre. Leipzig, W. Schwabe 1925. 10. Aufl. 222—24.
Firbas, Franz: Die Geschichte der nordböhmischen Wälder und Moore seit der letzten Eiszeit. Beihefte zum botanischen Zentralblatt 1926/27. *43.* Abt. 2. 152.
Firgau, Fritz: Gifte und stark wirkende Arzneimittel. Berlin 1901. 78.
Fischer, Hermann: Mittelalterliche Pflanzenkunde. München, Münchener Drucke 1929. 14.
Flamm, S., Kroeber, Ludwig: Rezeptbuch der Pflanzenheilkunde. Stuttgart, Hippokrates 1935. 3. Aufl.
Flora Danica von Otho Friedr. Müller. Kopenhagen 1777. *4.* Tafel 567.
Flückiger, F. A.: Pharmakognosie des Pflanzenreiches. Berlin, Gärtners Verlagsbuchhandlung 1883. 2. Aufl. 625; 1891. 3. Aufl. 660.
v. Frankenau, Frank: Kräuter-Lexikon. Leipzig, Gross'sche Handlung 1753. 356—57.
Freisleben, Rudolf: Zur Frage der Mykotrophie in der Gattung Vaccinium L.. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik 1934. *80.* 421—56.
— Weitere Untersuchungen über die Mykotrophie der Ericaceen. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik 1935. *82.* 413—59.
Froede, A.: Über das ätherische Öl von Ledum palustre. Journal für praktische Chemie 1861. *82.* 181—82.
Garcke, August, Berg, Otto: Pharmaceutische Warenkunde. Berlin, Rudolph Gaertner 1869. 231, 286.
Geissler und *Möller:* Real-Encyklopädie der gesamten Pharmazie. Leipzig, Urban und Schwarzenberg 1887. *2.* 255; 1889. *6.* 85, 257.
Gessner, Otto: Die Gift- und Arzneipflanzen von Mitteleuropa. Heidelberg, Karl Winter 1931. 203—04.
Gildemeister, E., und *Hoffmann, Fr.:* Die ätherischen Öle. Berlin, Julius Springer 1899. 763—64.
Gildemeister, E.: Die ätherischen Öle. Miltitz bei Leipzig, Schimmel & Co. 1929. *2.* 937; 1931. *3.* 573—74.
Gnekow, Rolf: Solidago virga aurea L., Monographie einer alten Heilpflanze. Diss. Hamburg 1938.
Goebel, K.: Organographie der Pflanzen. Jena, Fischer 1933. *3.* 1927.
Grevillius, A. Y., und *Kirchner, O.:* Ericaceae. Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Stuttgart, E. Ulmer 1923. *4.* 1. Abtlg. 16—24.
Guibourt, N. J. B. G.: Histoire naturelle des drogues simples. Paris, I. B. Baillière 1850. *3.* 8.
v. Guttenberg, Hermann: Die Bewegungsgewebe. Berlin, Gebr. Borntraeger 1923. *4.* 1. Abt. 16—24.
Haberlandt, G.: Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig. Wilhelm Engelmann 1909. 4. Aufl.
Hager, H.: Manuale pharmaceuticum. Lipsiae 1875. 599—602.
— Handbuch der pharmaceutischen Praxis. Berlin 1887. *2.* 348—50; 1886. *3.* 255, 662.
Hahnemann, Samuel: Apotherlexikon. Leipzig, S. L. Crusius 1799. *4.* 299—300.
Hallier, Ernst: Flora von Deutschland. Gera, Fr. E. Köhler. *20.* 94—96.
Hamburgische Arzneitaxe, Hamburg, Meissner 1868.
Hartwig, Carl: Die neuen Arzneidrogen. Berlin, Julius Springer 1897. 194.

Hayne, F. G.: Gewächse der Arzneykunde. Berlin 1813. *3.* 21.
Hegi, Gustav: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. München, J. F. Lehmann. *5.* Teil 3, 1623—26.
Hempel und *Wilhelm:* Die Bäume und Sträucher des Waldes. Wien, Hölzel. *3.*
Hirsch, Bruno: Universal-Pharmakopoe. Leipzig, E. Günther 1887. *1.* 843.
— Universal-Pharmakopoe. Göttingen, Vandenhoeck und Ruprecht 1902. *1.* 440.
Höck, F.: Studien über die geographische Verbreitung der Waldpflanzen Brandenburgs. Abhandlung des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg 1896. *38.* 217.
Hoffmann, Georg Franz: Deutschlands Flora. Erlangen, J. J. Palm 1800. *1.* 187—88.
Holde, D.: Untersuchung der Mineralöle und Fette. Berlin, Springer 1909. 16.
Homöopathisches Arzneibuch, von W. Schwabe. Leipzig, W. Schwabe 1934. 248—49.
Homöopathische Pharmakopoe: von Dr. Hartmann, Leipzig. Leipzig, Baumgärtner 1832. 95—96.
Hooker and *Jackson:* Index Kewensis plantarum phanerogamarum. Oxford 1895. *2;* Suppl. 5; Suppl. 8.
Hübener, I. W. P.: Flora der Umgebung von Hamburg. Hamburg, Johann August Meissner 1846. 267.
Hultén, Eric: Outline of the History of arctic and boreal Biota during the Quaternary Period. Stockholm, Aktiebolaget Thule 1937. 14, 60, 77—78.
Husemann, August, und *Husemann, Theodor:* Die Pflanzenstoffe. Berlin, Julius Springer 1871. 918—920.
Husemann-Hilger: Die Pflanzenstoffe. Berlin, Julius Springer 1884. *2.* 1126—28.
Jahresbericht der Pharmazie. 1934. *69.* 22—23.
Jourdan, A. I. L.: Pharmacopoea universalis. Übersetzung. Weimar, Großherzogl. Sächsisch. Landesind. Comptoir 1832. 2. Ausg. *2.* 65.
Junge, P.: Schule und Excursionsflora von Hamburg und Altona, Harburg und Umgebung. Hamburg, Lucas Gräfe 1909. 206.
Kanger: Jahresberichte der Chemie 1903.
Karsten, Herm.: Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 1894. 2. Aufl. *2.* 469—72.
Kinzel, Wilhelm: Über die Keimung einiger Baum- und Gehölzsamen. Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft 1915. *13.* 129—159.
Kittel, Martin Balduin: Taschenbuch der Flora Deutschlands. Nürnberg, Leonhard Schrag 1853. 3. Aufl. 523.
Klein: Handbuch der Pflanzenanalyse. Wien, Julius Springer 1932. III²; 1199, 1229.
Kluge, F.: Etymologisches Wörterbuch der deutschen Sprache 1934. 452—53.
Kobert, Rudolf: Lehrbuch der Pharmakotherapie. Stuttgart, F. Enke 1908. 2. Aufl. 425, 634.
— Kompendium der praktischen Toxikologie. Stuttgart, F. Enke 1912. 5. Aufl. 68, 183.
Kosteletzky, V. F.: Allgemeine medizinisch-pharmazeutische Flora. Prag, Borrosch 1834. *3.* 1024.
Kroeber, L.: Die Wunddrogen der Volksheilkunde. Münchener Medizinische Wochenschrift 1929. *76.* 2. Hälfte, 1847.
Kroeber, Ludw.: Das neuzeitliche Kräuterbuch. Stuttgart, Hippokrates 1934. 2. Ausg. *1.* 341—44.
Kunze, G., Kummer, G. F.: A. Richards medizinische Botanik. Berlin T. C. F. Enslin 1824. 546.
Langethal, C. E.: Die Gewächse des nördlichen Deutschlands. Jena, Friedr. Luden 1843. 236.
Lewin, Louis: Lehrbuch der Toxikologie. Wien 1897. 323.
— Gifte und Vergiftungen. Berlin, G. Stilke 1929. 771—72.
Lutze, Arthur: Lehrbuch der Homöopathie. Koethen 1910. 14. Aufl. 63—64; 1933. 16. Aufl. 54.
Madaus, G.: Taschenbuch für die biologische Praxis. Radebeul/Dresden 1933. 55. 115—16, 328.
Madaus, Gerhard: Lehrbuch der biologischen Heilmittel. Abt. I: Heilpflanzen. Leipzig, Georg Thieme 1938. *2.* 1727—33.
Martini, Eduard: Enzyklopädie der Naturalien und Rohwarenkunde. Quedlinburg, G. Basse 1854. *2.* 227—28.
Martius, T. W. Ch.: Grundriß der Pharmakognosie des Pflanzenreichs. Erlangen, J. J. Palm 1832. 155.
Matsumura, J.: Shokubutsu Mei-i. Enumeration of selected scientific names. Tokio, Maruya 1895. 163.

Matthiolus, P. A.: Commentary in VI libros Pedacy Dioscoridis Anazarbei de medica materia. 1598. 576—77.
Meyer, Ernst: Pflanzliche Therapie. Leipzig, Georg Thieme 1935. 37, 46—47, 49, 66, 74, 109, 126, 128, 135, 144, 154, 170.
Meyer, G. W.: Chloris Hannoverana 1836. 352.
Migula, W.: Die Brand- und Rostpilze. Stuttgart, Franck 1917. 109—110.
Möbius, Martin: Geschichte der Botanik. Jena, Gustav Fischer 1937.
Moritz, O.: Untersuchungen über Arbutinpflanzen. D. A. Z. 1938. *42/43.* 653—657.
Mössler, Joh. Christ.: Handbuch der Gewächskunde. Altona. 3. Aufl. 1. 705—706.
Mühsam, Siegfr.: Apothekenmanual. Leipzig, Denicke 1885. 2. Aufl. 96.
Müller, Carl: Spagyrische Arzneimittellehre. Göppingen 1934. 52.
Nabelek, Fr.: Über die systematische Bedeutung des feineren Baues der Antherenwand. Sitzungsber. der Wiener Akad. 1906. 1. Abt. *115.* 1454—59.
Naturschutzverordnung, Reichsgesetzblatt I, vom 18. 3. 36, 181.
Netolitzky, Fritz: Anatomie der Angiospermensamen. Handbuch der Pflanzenanatomie von K. Linsbauer. Berlin, Gebr. Borntraeger 1926. *10.* 251—54.
Nöldeke, C.: Flora des Fürstentums Lüneburg, des Herzogtums Lauenburg und der Freien Stadt Hamburg. Celle 1890. 264.
Nyman, Carol. Frider.: Conspectus Florae Europaeae. Oerebro Sueciae 1878—82, 492.
Peltrisot, M. C. N.: Développement et structure de la graine chez les Ericacées. Journal de Botanique. Paris 1904. *18.* 357—59.
Peyer, W.: Die Drogen des Ergänzungsbuches V zum D. A. B. VI in ihrer Pulverform. D. A. Z. 1934. *55.* 875—78.
Pharmacopoea Austriaca: Wien, Kupfer und Wimmer 1818. 2. Aufl. 57.
Pharmac. Austriaca: Vindobonac, Kupfer und Wimmer 1820. 3. Ausg.
Ph. Badensis: Heidelberg, Fr. Winter 1841. 37.
— *Batava:* Vol. prius Lipsiae, I. F. Niemann 1811. 146.
— *Batava:* Vol. poster. Lipsiae, I. F. Niemann 1811. 141.
— *Borussica:* Frankfurt 1801. Editio 2. 32.
— — Berlin 1804. Editio altera. 33.
— — Nürnberg 1808. 2. Aufl. 68.
— — Berlin 1813. Edit. tertia. 34.
— — Nürnberg 1817. 3. Aufl.
— — Berlin 1827. Edit. quarta. 68.
— — Berlin 1829. Edit. quinta. 68.
— — Nürnberg 1830. 4. Aufl. 106.
— — Leipzig 1833. 1. Teil. 3. Aufl. 643—45.
— — Berlin 1846. Edit. 6.
— *Danica:* Hauniae 1772. 47.
— — Frankfurt 1786. 63.
— — Hafniae 1805. 69—70.
— — Hafniae 1840.
— *Fennica:* Aboae 1819. 10.
— — Helsingfors 1863. Edit. 3. 58.
— *Hannoverana:* Hannover 1819. 51—52.
— *Hannoverana nova:* Hannover 1833. 58—59.
— *Hassiae:* Cassel 1827. 90.
— *Helveticae:* Basiliae, Joh. Rod, Imhof 1771. *1.* 149.
— *Oldenburgica:* Oldenburg 1801. 49.
— *Pauperum:* Hamburg, Hoffmann 1804. 9.
— *Saxonica:* Dresden 1820. 118—119.
— *Slesvico-Holsatica:* Kiel 1831. 62.
— *Suecica:* Lipsiae 1784. 27.
— — Lipsiae 1787. Edit. quarta. 25.
— — Stockholm 1871. Edit. septima. 100.
— *Wirtembergica:* Stuttgart 1786. 69.
— — Stuttgart 1798. Edit. 4. 56.
Pharmazeutischer Jahresbericht 1856. 28; 1861. 32; 1868. 62, 64; 1874. 320—21; 1876. 162, 163; 1877. 574; 1883/84. *1.* 180—81;
Posner, Louis, Simon, Karl Eduard: Handbuch der allgemeinen und spezifischen Arzneiverordnungslehre. Berlin, August Hirschwald 1867. 321—22; 580.
Poulsson, E.: Lehrbuch der Pharmakologie. Leipzig, S. Hirzel 1934. 10. Aufl.

Prahl, P.: Flora der Provinz Schleswig-Holstein. Kiel, Paul Troche 1913. 5. Aufl. 252.
Prantl, K.: Flora von Bayern. Stuttgart, E. Ulmer 1884.
Pritzel, G. A.: Thesaurus Literaturae Botanicae. Leipzig, F. A. Brockhaus 1872.
Pritzel, G. und *Jessen, C.:* Die deutschen Volksnamen der Pflanzen. Hannover, Philipp Cohen 1882. 206.
Quigstad, J.: Lappische Heilkunde. Leipzig. Otto Harrassowitz 1932. 27, 29—31, 42, 120.
Rauchfuss: Chemische Untersuchung des Postkrautes. Journ. de Pharmacie von I. B. Tromsdorff 1796. *3.* 189—99.
Reichenbach, Luduvico: Flora Germanica. Lipsiae. Carol Cnobloch 1830. *2.* 418.
Rochleder und *Schwarz:* Jahresberichte der Chemie 1852. 685.
Röchling: Flora. Frankfurt a. M., Wilmais 1831. *3.* 92—93.
Roth, Albert Wilh.: Flora Germanica. Leipzig, I. G. Müller 1788. *1.* 182.
Rudolph, Karl: Die bisherigen Ergebnisse der botanischen Mooruntersuchungen in Böhmen. Beihefte zum Botanischen Zentralblatt 1928. *45.* Abt. 2. 1—180.
Rupe, H., und *Schaerer:* Kleins Handbuch der Pflanzenanalyse. Wien, Julius Springer 1932. III². 910—912.
Ruppius, Henr. Bernh.: Flora Jenensis. Frankfurt, E. Cl. Baillier 1718. 113.
Ruthe, Joh.-Friedrich: Flora der Mark Brandenburg. Adolf Wilhelm Logier 1827. *1.* 318.
Samuelsson, Gunnar: Studien über die Entwicklungsgeschichte der Blüten einiger Bicornes-Typen. Svensk. Botanisk Tidskrift 1913. *7.* 101—117.
Schimmel & Co.: Berichte. Oktober 1887. 35—36, 48; April/Oktober 1919. 46; 1923. 66; 1929. 194; 1931. 16; 1934. 135.
Schleiden, M. J.: Handbuch der medicinisch-pharmaceutischen Botanik. Leipzig, Wilhelm Engelmann 1852. *1.* 281—82.
— Handbuch der botanischen Pharmakognosie. Leipzig, Engelmann 1857. 15—16, 51.
Schmidt, Ernst: Lehrbuch der pharmaceutischen Chemie. Braunschweig, F. Vieweg 1889—90. 2. 1015, 1026, 1074, 1304, 1356.
Schmidt, E.: Lehrbuch der homöopathischen Arzneimittellehre. Dresden, Madaus 1930. 192—93.
Schneider, C. K.: Handwörterbuch der Botanik. Leipzig, Wilhelm Engelmann 1917.
Schroeder, Johann: Medizin.-Chymischer Arzneischatz. Frankfurt, Joh. Hoffmann. 1718.
Schulz, Hugo: Vorlesungen über Wirkung und Anwendung der deutschen Arzneipflanzen. Leipzig, Thieme 1929. 2. Aufl. 189—91.
Schwartze, Gotthilf Wilhelm: Pharmakognostische Tabellen. Leipzig, I. A. Barth 1827. 5. Aufl. 95—96.
Small, John Kunkel: Ericales. North American Flora 1914. *29.* part. 1, 36—38.
Solereder, H.: Systematische Anatomie der Dikotyledonen. Stuttgart, Ferd. Enke 1899. 541—49; Ergänzb. 1908. 196.
Sommerhoff: Lexikon pharmaceutico-chymicum. Nürnberg, Lehmann 1701. 168.
Sonders, O. W.: Flora Hamburgensis. Hamburg, Robert Kittler 1851. 232.
Spielmann, Jacobus Reinboldus: Pharmacopoea generalis. Argentorati, Johann Georg Treuttel 1783. 182.
Stauffer, Karl: Klinische Homöopathische Arzneimittellehre. Regensburg, Joh. Sonntag 1928. 2. Aufl. 614—17.
— Homoeopathisches Taschenbuch. Radebeul, Madaus 1930. 261—62.
Steffen, H.: Versuch einer Gliederung der arktischen Flora. Botanisches Archiv 1924. *6.* 16.
— Weitere Beiträge zur Gliederung der arktischen Flora. Botan. Archiv 1925. *10.* 338—39.
— Verstreute Beiträge zur Flora der Arktis. Beihefte zum Botanischen Zentralblatt 1938. 100—104.
Steinfurth, H.: Flora der Phanerogamen des Fürstentums Lüneburg und seiner nächsten Begrenzung. 1847.
Strasburger, E., Koernicke, Max: Das Botanische Praktikum. Jena, Gustav Fischer 1923. 7. Aufl.
Taxa-Apotheker der Herzogthümer Bremen und Vehrden vom 2. 6. 1711. Stade, Caspar Holwein 1711. 35.
Thilo, Johann Gottfried: Kräuterlexikon. Leipzig, Johann Christian Martini 1716. 330—31; 1736, 328.
Thomé: Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Gera, Eugen Köhler 1889. *4.* 7.
Thoms, H.: Handbuch der praktischen und wissenschaftlichen Pharmazie. Berlin, Urban & Schwarzenberg 1928. *6.* 2. Hälfte. 1. Teil, 1078.

Thon, Theodor: Die Botanik und ihre praktische Anwendung. Ilmenau, B. F. Voigt 1828. 115.
Trapp, Julius: Über das ätherische Öl des Porstes, Ledum pal. L. Pharm. Centralh. 1868. *9.* 266—67.
Triller, Daniel Wilhelm: Dispensatorium pharmaceuticum universale. Frankfurt a. M., F. Varrentrapp 1764. 2. 193.
Trommsdorf, Joh. B.: Handbuch der pharm. Warenkunde. Gotha 1822. 296.
Tschirch, A.: Handbuch der Pharmakognosie. Leipzig, H. Tauchnitz 1925. *3.* Abt. 2. 830.
Ubertus, Karl Heinz: Fachwörterbuch der Arzneimittellehre. Berlin, Hermann Mayer 1935. 3. Aufl. 423.
Vesque, J.: Anatomie comparée de l'écorce. Annales des sciences naturelles. 1875. Ser. 6. 2. 193.
Vogl, August: Pharmakognosie. Wien, C. Gerold 1892. 612.
Vollmann, F.: Flora von Bayern. Stuttgart, E. Ulmer 1914.
Walter, Heinr.: Allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. Jena, Gustav Fischer 1927. 31—32.
Warming: Meddelelsor om Grönland. Kopenhagen 1912. *36.* 91—96.
Weber, Ulrich: Kork-, Kutikula-, Fett- und Schleimfärbungen an Drogen und Drogenpulvern. Südd. A. Z. 1937. *75.*
Wehmer Carl: Die Pflanzenstoffe. Jena, Gustav Fischer 1931. *2. 907;* Ergänzungsband 1935. 117.
Westring, Johannes Peter: Ledum palustre L., Upsala 1775. Amoenitates Academicae Caroli a Linné. Erlangen, Christian Daniel Schreberus 1785. *8.* 268—88.
Wettstein, Richard: Systematische Botanik. Leipzig, Fr. Deuticke 1935.
Weyhe: siehe Esenbeck.
Wigand, Albert: Lehrbuch der Pharmakognosie. Berlin 1887. 231.
Wiggers, A.: Grundriß der Pharmakognosie. Göttingen, Bandenhög und Ruprecht 1857. 4. Aufl. 262—63.
Willigk, E.: Untersuchung von Ledum palustre. Jahresberichte der Chemie 1852. 685—86.
Wimmer, Friedrich: Flora von Schlesien. Breslau, Ferdinand Hirt 1844. *1.* 247.
Winckler, Emil: Geschichte der Botanik. Frankfurt a. M., Literarische Anstalt 1854.
Winkler, Eduard: Lexikon der pharmaceutischen Rohwaarenkunde. Leipzig, F. A. Brockhaus 1840. *1.* 900—901.
Wittstein, C. C.: The organic constituents of plants and vegetable substances. Melbourne, M'Carron 1878. 151.
Wittstein, G. C.: Etymologisch-botanisches Handwörterbuch. Erlangen, J. J. Palm und Ernst Enke 1856.
Zechner, Ludwig: Eine Methode zur quantitativen Bestimmung des Arbutins. Pharmazeutische Monatshefte 1929. *10.* 169—72.
— Der Arbutingehalt einiger bekannter Ericaceen. Pharmazeutische Monatshefte 1931. *12.* 4—6.
Zörnig, Heinrich: Arzneidrogen. Leipzig, W. Klinkhardt 1911. 2. 320—21.

Vorliegende Arbeit wurde im Institut für angewandte Botanik zu Hamburg unter Leitung von Fräulein Dozentin Dr. Ilse Esdorn durchgeführt. Ich danke dem Direktor des Instituts, Herrn Prof. Dr. G. Bredemann, für die Überlassung eines Arbeitsplatzes. Meinen aufrichtigsten Dank möchte ich besonders Fräulein Dozentin Dr. Ilse Esdorn abstatten für ihre allezeit entgegenkommende Hilfe.

Weiter möchte ich Herrn Prof. Dr. Eduard Keeser für freundliche pharmakologische Auskünfte und Fräulein Dr. med. Irmgard Krieger herzlich danken für die Unterstützung bei der Durchführung des Selbstversuches. Ferner danke ich Herrn Prof. Dr. Hans Schmalfuß für die Angabe einiger Gerbstoffreaktionen und Herrn Dr. Hans Zwingenberger für seine Hilfe bei den photographischen Aufnahmen. Für die Auskünfte und die Herstellung verschiedener Urtinkturen danke ich den Herren der Fischmarkt-Apotheke (Hamburg): Apothekenleiter Hans Otte, Dr. Kurt Otte, L. Glotzbach, Chr. Thomsen; für die Überlassung einiger Handelsdrogen der Firma Blembel Gebr., Hamburg; für bereitwillige Auskünfte den Mitgliedern des Botanischen Vereins zu Hamburg: Herren Röper, Elmendorff und Hoppe (Firma Blembel Gebr.), Apotheker A. Wenske.

LEBENSLAUF.

Am 15. April 1910 wurde ich, Paul Norbert Greve, als fünfter Sohn des Lehrers Johannes Greve und seiner Ehefrau Anna, geb. Ulmer, in Hamburg geboren.

Ich besuchte in Hamburg von Ostern 1917 bis 1919 die Volksschule, von 1919 bis 1922 die Realschule in Hamm, von 1922 bis 1930 das Kirchenpauer-Realgymnasium, an dem ich Ostern 1930 die Reifeprüfung ablegte.

Von Ostern 1930 bis 1932 war ich als Praktikant in der Engelapotheke in Hamburg tätig. Ostern 1932 bestand ich die pharmazeutische Vorprüfung. Vom Sommersemester 1933 bis Wintersemester 1934/35 studierte ich in Hamburg Pharmazie. Ich bestand Ostern 1935 hier das pharmazeutische Staatsexamen und wurde am 1. April 1937 approbiert.

Vom Wintersemester 1936/37 bis Anfang Sommersemester 1938 war ich an der Hansischen Universität mit vorliegender Arbeit beschäftigt.